

Kai Pietilä

Led-käyttöisen ulkovalaisimen tuotekehitysprojekti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

10.5.2015

Tekijä Otsikko	Kai Pietilä Led-käyttöisen ulkovalaisimen tuotekehitysprojekti
Sivumäärä Aika	44 sivua + 5 liitettä 10.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Tuotepäällikkö Mikael Vilpponen Lehtori Tapio Kallasjoki
<p>Tässä insinöörityössä tehtiin Innojok Oy:lle led-käyttöisen pollarivalaisimen ensimmäisen vaiheen tuotekehitysprojekti. Työssä kehitettiin täysin uusi ulkovalaisintuoteperhe Innolux Pro -tuotekategoriaan ja perehdyttiin samalla hyvien energialuokkien valonlähteiden mahdollistamiin uusiin ominaisuuksiin.</p> <p>Tarve kehitystyölle syntyi, kun havaittiin, etteivät nykyiset ulkovalaisintuotteet olleet enää asiakkaiden mielestä niin haluttavia kuin ennen. Osasyynä kehitystyölle oli myös se, että tuotteiden valonlähteiden saaminen tulevaisuudessa on ongelmallista, sillä EU:n energiamääräykset ovat kiristymässä siten, ettei kaikkiin valaisimiin tule enää välttämättä mahdollisuutta hankkia uusia lamppeja vanhojen tilalle.</p> <p>Työssä selvitettiin, millaiset sähköiset komponentit valaisimen sisälle on mahdollista sijoittaa siten, että valaisimesta tulee toimiva, muttei häikäisevä. Lisäksi mitattiin valaisimen teknisiä ominaisuuksia kuten valonjakokäyrää ja estohäikäisyä.</p> <p>Työn tulokseksi saatiin ensimmäinen toimiva prototyyppi, jonka pohjalta voidaan tehdä jatkokehitystä kuten valita valaisimelle sopivat varastovärit sekä aloittaa muiden tulevaan tuoteperheeseen kuuluvien valaisimien suunnittelu. Työssä on myös vertailtu led-moduulin ja normaalin E27-lampunpitimen mahdollistavia ominaisuuksia.</p>	
Avainsanat	Led, ulkovalaisin, pollarivalaisin, tuotekehitys

Author Title Number of Pages Date	Kai Pietilä Development Project of a Led Powered Outdoor Luminaire 44 pages + 5 appendices 10 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Mikael vilpponen, Product manager Tapio Kallasjoki, Senior Lecturer
<p>The purpose of this graduate study was to develop for Innojok Ltd. a new bollard lamp which will be powered with led light. The aim of this thesis was to design completely new product family for Innolux Pro -product category in outdoor lighting. In addition this thesis also focuses in excellent energy class lamps and the opportunities that those will enable.</p> <p>The need for this development arose when Innojok Ltd. observed that products that were already on the market were not as desirable as they used to be. Also part of the reason to develop a new product family was that there is going to be a challenge in the near future to get any new bulbs for the lamps because of the stricter EU energy policy.</p> <p>This study researched what kind of electric components were suitable to fit in side of the prototype of the bollard lamp. Fitting in those components gave information to know how to make the bollard lamp effective and still not highly glaring. Bollard lamp's prototype was also measured for glare and light distribution chart.</p> <p>As a result, the first working prototype is ready. Choosing the colors that are going to be the in stock colors is left for further development. Also for the developing of the other products of the product family is left for further development. This study also includes a comparison between led-module light and a normal E27 lamp holder and the possibilities that both of those will provide.</p>	
Keywords	Led, outdoor luminaire, bollard lamp, R&D

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Käsitteet ja lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Innojok Oy -yritys	1
3	Ulkovalaisimien nykytilanne Innojok Oy:ssä	3
3.1	Nykyinen ulkovalaisin tuotekuvasto	3
3.2	Tilastotietoa nykyisten valaisimien myynnistä	5
4	Tausta-aineisto	6
4.1	Ulkovalaistuksen suunnittelu	6
4.2	Ulkovalaisimen suunnittelu	8
4.2.1	Sähkötekniset määräykset ja turvallisuusasiat	8
4.2.2	Valaistustekniikasta huomioon otettavaa	9
4.2.3	Valaisinten muotoilu, valmistustekniikka ja taloudellisuus	10
4.3	Tuotekehitys teoriassa	12
4.3.1	Tuotekehityksen tehtävä	12
4.3.2	Tuotekehityksen työvaiheet	14
5	Valaisimen tuotekehitysprojektin käytännön toteutus Innojok Oy:ssä	16
6	Uudet Innolux Pro -tuotteet	21
6.1	Ulkovalaisinprototyyppi	21
6.2	Valaistuksen langaton ohjaus	26
6.3	Ohjaus ulkovalaisimissa	27
7	Prototyypin testaus ja mittaus	29
7.1	Valaisinprototyypin testausjärjestelyt	29
7.2	Mittaus- ja testaustulosten analysointi	33
7.2.1	Luminanssi	33
7.2.2	Valonjako	34
8	Yhteenveto	39

Liitteet

Liite 1. Mittauspöytäkirja

Liite 2. Prototyypin piirustukset

Liite 3. PrevaLed AC cube moduulin tuotesivu

Liite 4. Lightify led -lampun tuotesivu

Käsitteet ja lyhenteet

1 - 10 V	analoginen himmennys, joka himmentää liitäntälaitetta ohjausjännitettä säätämällä
cd	kandela on pistemäisen valonlähteen valovoima johonkin tiettyyn steradianin suuntaan
DALI	Digital Addressable Light Interface; digitaalinen valaisinten liitäntälaitteiden ohjausjärjestelmä
E27	Edison Screw halkaisijaltaan 27 mm markkinoiden yleisin lampunkanta
HDR	High Dynamic Range -kuvaaminen; usealla eri valotustasolla otettua kuvaa, jossa lopputuloksena saadaan kuva, jossa on laaja kirkkausalue
HID	High Intensity Discharge suurpaineinen purkauslamppu
KISS	Keep It Simple, Stupid, menetelmä, jonka mukaan kaikki tulee tehdä niin yksinkertaisesti kuin mahdollista, muttei yhtään yksinkertaisemmin
Liitäntälaite	liitäntälaite; valaisimen elektroninen komponentti, johon on integroitu valonlähteen ohjauselektroniikka
PL-lamppu	pienloistelamppu
Sähkösielu	Sähkösielu; valaisimen osa, jossa on lampunpidin ja sen tarvitsema elektroniikka kuten liitäntälaite.
Varastoväri	varastoväri; tuotteen rinnakkaismalli, joka eroaa toisista rinnakkaismaaleista vain pintaväritään
ZLL	Zigbee Light Link; langaton 2,4 GHz:n taajudella toimiva protokolla, jolla voidaan ohjata valaistusta ja muita älylaitteita

1 Johdanto

Insinööritöissä tutkitaan Innojok Oy:n nykyistä ulkovalaisintuotesarjaa ja kartoitetaan kyseisistä tuotteista malleja, joiden myyntiä jatketaan tulevaisuudessa sekä esitellään uusi ulkovalaistuksen tuoteperhe. Tarkoituksena on saada markkinoille päivitetty ulkovalaisinvalikoima, jossa käytetään pelkästään energiatehokkaita valonlähteitä.

Markkinoille halutaan tuoda uusia kiinnostavia tuotteita ja karsia vanhasta mallistosta jo vanhentuneita malleja. Nykyiset tuotteet ovat olleet myynnissä sellaisenaan jo useita vuosia, eikä niissä ole enää uutuuden kiinnostavuutta. Lisäksi joihinkin tuotteisiin on vaikeuksia saada nyt tai tulevaisuudessa lamppeja EU:n energiamääräysten kiristytessä. Asiakaskunta alkaa myös olla entistä kiinnostuneempi energiatehokkaista lampuista sekä kustannussäästön että lisääntyneen ympäristötietoisuuden vuoksi.

Ulkovalaisimet eivät ole Innojok Oy:n merkittävin tuoteryhmä. Toiseksi vaihtoehtoiseksi kehittämiskohteeksi harkittiin led-käyttöisiä plafondivalaisimia. Ulkovalaisinprojekti kuitenkin valittiin, koska päinvastoin kuin plafondivalaisimissa yrityksellä ei ole ulkovalaistukseen tarjolla lainkaan natiiveja led-malleja.

Työssä keskitytään uusien tuotteiden tuotekehitykseen. Tuotekehitys tehtiin yhteistyössä Ahola Design Oy:n teollisen muotoilijan Jussi Aholan kanssa. Tuotekehitys käsittää markkinoille tulevan uuden tuoteperheen pollarimallisen valaisimen kehitystyön. Lopuksi esitellään kokonaisen ulkovalaisintuoteperheen pollarimallisen valaisimen prototyyppi. Prototyypin mittaukset ja valonjakokäyrät ovat osana tätä insinööritöitä.

2 Innojok Oy -yritys

Innojok Oy on suomalainen valaisinalan tukkuliike. Yrityksen on perustanut Jukka Jokiniemi vuonna 1993. Se on vuosien varrella kasvanut voimakkaasti ja on nykyään kirjasvalolaitteiden Suomen markkinajohtaja. Tuotteiden kotimaisuusaste on yli 80 %. Tuotteista kootaan Suomessa suurin osa. Lisäksi materiaaleista suurin osa valmistetaan Suomessa. Innojok Oy:n liikevaihto on ollut jo useita vuosia noin 5 miljoonaa euroa. Yrityksessä on lähemmäs 30 työntekijää, joten se lukeutuu pk-yritykseksi.

Toimipisteitä Innojok Oy:llä on kaksi. Toinen on Keravalla, missä toimii yrityksen logistiikkakeskus. Siellä on myös muutama kokoonpanopiste sekä vuokralaisena alihankkija Melaja Oy.

Melaja Oy tekee muun muassa valaisimien kupuja käyttämällä rootatiovalumenetelmää. Innojok Oy:n toimisto on Helsingin Kurkimäessä. Sirrikujan toimiston yhteydessä on myös *Outlet*-myymälä, jossa on tarjolla kakkoslaadun valaisimia jopa 50 %:n alennuksilla. Yritys toimii tukkuliikkeenä, jolla on lisäksi omaa suunnittelua, valmistusta ja maahantuontia sekä vientiä. Innojok Oy markkinoi omia tuotteitaan jälleenmyyjien lisäksi. Lisäksi Innojok Oy järjestää omia myyntitapahtumia sekä osallistuu myyntimesuihin omatoimisesti ilman jälleenmyyjä. Innojok Oy:n tuotteet myydään Innolux-brändin alla. Ne on jaettu kolmeen luokkaan: Innolux Design, Innolux Bright ja Innolux Pro. Nämä luokat kattavat käytännössä kaikki asuinkäyttöön tarvittavat valaisimet.

Innolux Design -brändi koostuu tuotteista, jotka ovat suomalaisten suunnittelijoiden designluomuksia. Tähän luokkaan kuuluu mm. 50-luvun kuuluisien suunnittelijoiden Yki Nummen ja Lisa Johansson-Papen uustuotanto. Käytännössä kaikki uudet Innojok Oy:lle suunnitellut valaisimet ovat toimeksiantosuunnittelijoiden käsialaa. Design-valaisimissa muotoilu on tärkein myyntivaltti, mutta samalla valaisimet ovat myös teknisesti loppuun asti suunniteltuja. Valaisimet ovat näyttävyytensä lisäksi häikäisysuojaisia ja energiatehokkaita. Design-valaisimissa eri käyttötarkoituksiin olevia valaisimia ovat esimerkiksi jalkavalaisimet, pöytävalaisimet, seinävalaisimet, kattoplafondit sekä katosta riippuvat valaisimet.

Innolux Bright -tuotteet ovat lääkinnällisiä kirkasvalohoitolaitteita, joita käyttämällä voidaan vähentää kaamosmasennuksen oireita. Mallistosta löytyy täysin hoitoa varten suunniteltuja laitteita sekä enemmän sisustuksellisia hoitolaitteita. Teknisesti laitteet voidaan jakaa kolmeen eri laiteluokkaan. Ensimmäisenä hoitolaitteet, jotka ovat pelkästään valohoitoa varten. Toisena ovat tuotteet, joita voidaan hoidon lisäksi käyttää myös yleisvalona laitteessa olevan himmentimen avulla. Kolmantena ovat laitteet, joissa voidaan vaihtaa valonvoimakkuuden lisäksi myös valon värilämpötilaa. Kirkasvalohoitolaitteita on olemassa sekä pöytämallisina että riippuvalaisimina.

Innolux Pro -tuotteet sisältävät useita valaisintuoteperheitä. Tunnetuin Innolux Pro -tuote on Jasmina-tuoteperheen yleisvalaisin. Lisäksi Pro-tuotteisiin kuuluvat kaikki hieman teknisemmät valaisimet.

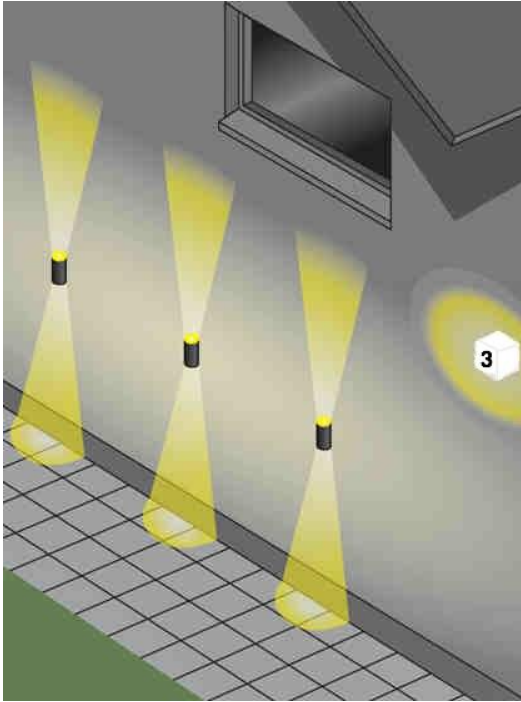
Näistä esimerkkinä säätä kestävät ulkovalaisimet tai led-käyttöiset sisätilojen valaisimet. Pro-tuotteisiin kuuluvat myös tuotteet, joissa käytetään analogista 1 - 10 V:n himmennystekniikkaa tai Digital Addressable Light Interface –valaisimet (DALI). Tarjolla olevat ulkovalaisinmallit ovat pollarivalaisimia, seinävalaisimia sekä pylväsvalaisimia. Suurimmassa osassa valaisimista käytetään nykyisin energianluokan B-G-lamppuja, kuten monimetallilamppuja tai halogeenilamppuja. Pollarivalaisimissa on mahdollista käyttää energiansäästölamppua tai pl-lamppua. PI-lamppu on pienoisloistelamppu, jossa liitäntälaite on erikseen ja lamppu kytketään lampunpitimen avulla liitäntälaitteeseen.

3 Ulkovalaisimien nykytilanne Innojok Oy:ssä

3.1 Nykyinen ulkovalaisin tuotekuvasto

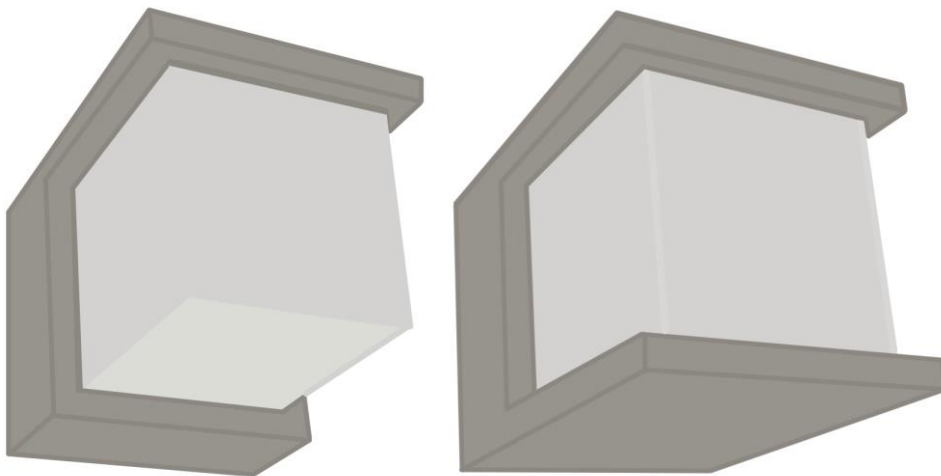
Innojok Oy:n tuotekuvastossa on 11 erimallista ulkovalaisinta. Osassa valaisimista voidaan sähkösielua vaihtamalla saada vaihdettua lampunpidin, jolloin voidaan käyttää loistelamppuja, monimetallilamppuja tai kaasupurkauslamppuja.

Seinävalaisimia on tarjolla useaan käyttötarkoitukseen. Valaisimista löytyy esimerkiksi malli, jolla on mahdollista toteuttaa näyttävä seinänpesuvalaistus kuten kuvassa 1 (ks. seur. s.) on vasemmassa reunassa toteutettuna muutamalla valaisimella. Innojok Oy:n Skuutti-valaisin sopii ulkokäyttöön, mutta sillä on vaikea toteuttaa *Wall washer* -tyylistä valoa. Kyseinen valaisin soveltuu kuitenkin numeroaloksi talon kulmalle kuten kuvassa 1 näkyy.



Kuva 1. Ulkoseinänvalaistus seinänpesurilla ja numerovalolla (Laatikainen)

Skuutti-valaisimesta voi tehdä numerovalaisimen niin, että numerot kiinnitetään suoraan kupuun, jolloin numerot ovat nähtävissä ympäri vuorokauden tai niin, että neliäukoinen Skuutti-valaisin valaisee alapuolellaan seinässä olevat numerot. Jälkimmäisessä tapauksessa numeroiden koko ei ole niin rajattu kuin valaisimen kupuun kiinnitettäessä. Kuvassa 2 nähdään Skuutti-valaisimen molemmat rinnakkaismallit, joissa vasemman puoleisessa valaisimessa valoa tulee sekä sivuille-, eteen- että alaspäin. Oikeinpuoleisessa valaisimessa valoa tulee vain sivuille ja eteenpäin.



Kuva 2. Skuutti-valaisimen molemmat rinnakkaiset mallit

Pihapiiriin sopivia pylväsvalaisimia Innojok Oy:llä on muutamia malleja, joita on mahdollista saada myös DALI- sekä 1 - 10 V:n himmennystekniikoilla. Näin pihavalot saadaan syttymään illalla hienovaraisemmin kuin normaalilla päälle/pois-kytkennällä. Lisäksi valaisimien energiankulutusta voidaan pienentää himmentämällä valaisimia yöaikaan. Kuvassa 3 nähdään pihapiiri, jossa on useita erilaisia ulkovalaisimia, joilla piha on näyttävästi valaistu.

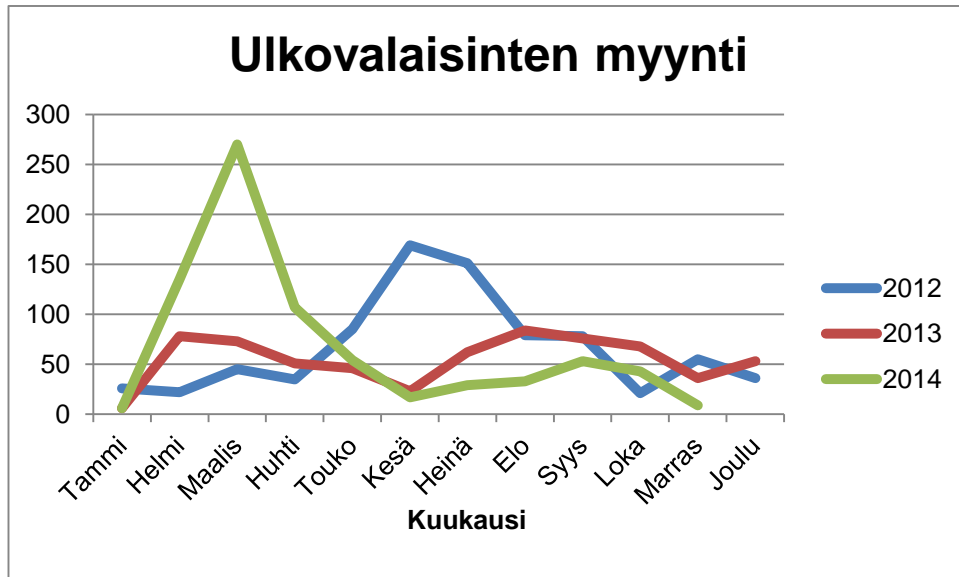


Kuva 3. Pihapiiriin erilaisia valaistuskohhteita (Laatikainen)

3.2 Tilastotietoa nykyisten valaisimien myynnistä

Innojok Oy käyttää Hansaworld Enterprise, Enterprise Resource Planning -ohjelmaa, josta pääsee näkemään edellisten vuosien tapahtunutta myyntiä. Kuva 4 (ks. seur. s.) esittää ulkovalaisimien myyntiä. Kuvaajassa pystyakselina on myynnin suhdeluku ja vaaka-akselina kuukaudet.

Vuoden 2012 kuvaaja edustaa aiempaa varsin tyypillistä myyntiä: valaisimia myytiin tasaisesti pitkin vuotta, mutta kesällä oli selkeä myyntihuippu. Vuonna 2013 on jo havaittavissa malliston vanhentumisen vaikutus: myynti ei kääntynytkään nousuun touko-kesäkuussa. Siksi Innojok Oy otti käyttöön aggressiivisemmän myyntistrategian syksyllä 2013. Voimakkaimmin kampanjan tulokset näkyivät keväällä 2014.



Kuva 4. Ulkovalaisinten myynti 2012 - 2014

Loppuvuoden 2014 myynti olikin vähäistä. Tässä on syynä se, että vanhat mallit myytiin kampanjalla loppuun, eikä uusi korvaavia tuotteita vielä ollut. Tuotekehitysprojektille oli näin ollen kova kysyntä: ulkovalaisinten tarve ei ole vähentynyt, mutta Innojok Oy:llä ei ole ollut tarjolla uusia, asiakaskuntaa kiinnostavia malleja.

4 Tausta-aineisto

4.1 Ulkovalaistuksen suunnittelu

Ulkovalaistuksen suunnitteluun kannattaa varata paljon aikaa. Valaistusta pohdittaessa kannattaa muistaa, että sisätiloissa valaisimen vaihtaminen entisen tilalle tapahtuu huomattavasti helpommin kuin ulkona. Lisävalaistuksen tai esimerkiksi suihkulähteen vesipumpun takia kannattaa varautua ulkotöissä laajennuksiin.

Varaputkitus tai kaapelointi ovat huomattavasti siistimpi ratkaisu, kun pihan uudelleen maisemointi laajennusten yhteydessä. (Kauppinen). Tärkeätä on pohtia kohteita joita halutaan valaista ja mikä lisää asumisviihtyvyyttä ja turvallisuutta (Heinola 2013). Tärkeitä valaistuksen kohteita ovat paikat, joissa valon tarve on tunnelma- tai julkisivuvalaistusta tärkeämpää. Tällaisia paikkoja ovat portaikot tai katokset. Ulkovalaistuksen voi toteuttaa monella tavalla, käyttämällä useita pienitehoisia valaisimia pitkin pihaa tai laittamalla suuritehoiset valaisimet harvempaan. Käyttämällä useita pienempitehoisia valaisimia saavutetaan useita hyötyjä. Kiusa- ja estohäikäisyä pystytään vähentämään sekä valaistukseen voidaan toteuttaa erilaisia valaistustasoja. Valaisimien häikäisysojaukseen kannattaa tutustua ennen asennusta. Valaisimen häikäisyyden vaikuttaa valonlähteen kirkkaus, valoa hajottavan muovin- tai suojalasin käyttö tai valaisimen rakenne.

Näytteillä ollessa ulkovalaisimista on vaikea sanoa, paljonko valoa yksittäinen valaisin tuottaa. Lisäksi valaisimen valonjakoa voi olla vaikea hahmottaa. Mikäli valaistusta suunnitellaan jo rakennettuun ympäristöön voi apuna käyttää paristokäyttöisiä valaisimia tai jatkojohdolla syöttää sähköä puolikiinteille valaisimille.

Pihavalauksessa on tärkeätä myös huomioida naapurit, ja se etteivät omat valot häiritse heitä. Valaistuksen suunnittelussa ja valaisin valinnoissa huomion arvoista on vaihtuvat vuodenaajat. Valaisimien asettelua suunniteltaessa kannattaa muistaa, että talvella lunta voi olla useita kymmeniä senttejä, jolloin valaisin voi hautautua täysin lumeen (Lindroos 2008). Syksyllä voi puiden lehdet aiheuttaa haittaa kohdevalaisimien kanssa, esimerkiksi siten että, puusta pudonnut lehti peittää valaisimen valoaukon. Keväällä valaisimien linssit ja muut valoaukot kannattaa puhdistaa siitepölystä, koska muuten niiden valaistusvoimakkuudet laskevat näiden takia täysin turhaan. Valaisimiin on saatavissa enenevässä määrin erilaisia valonlähteitä. Käytettäessä useita erilaisia valaisimia tulee niiden valonlähteiden värilämpötilojen olla samat, sillä muuten valaistuksesta tulee helposti kirjava. Valaisimia valittaessa kannattaa muistaa, että valaisin on nähtävissä myös silloin, kun se ei valaise. Silloin sen muoto ja materiaalin väri on tärkeimpänä ominaisuutena eikä niinkään valontuotto. Valaisimen tulisi olla myös pois päältä ollessaan sopiva valinta kyseiseen kohteeseen. Helpoiten harmonisen ja toimivan valaistuksen saa käyttämällä saman tuoteperheen valaisimia kaikissa ulkovalaistuskohdeissa. (Kallasjoki 2014.)

4.2 Ulkovalaisimen suunnittelu

Valaisimien pitää vastata ulkovalaistukselle esitettyihin vaatimuksiin (ks. 4.1) alettaessa suunnitella uutta ulkovalaisinta. Varsinaisessa valaisinsuunnittelussa pitää lisäksi ottaa huomioon sähkötekniset määräykset, valaistustekniset asiat, tuotteen muotoilu ja valmistustekniikka sekä turvallisuus ja taloudellisuus. Standardi SFS-EN 60598-1 koskee valaisimien yleisiä vaatimuksia ja testejä. Standardista löytyy testit, jotka valaisimen tulee läpäistä ollakseen tietyn kotelointiluokan mukainen. Lisäksi standardi ottaa kantaa valaisimen lämpötiloihin ja mekaaniseen rakenteeseen.

4.2.1 Sähkötekniset määräykset ja turvallisuusasiat

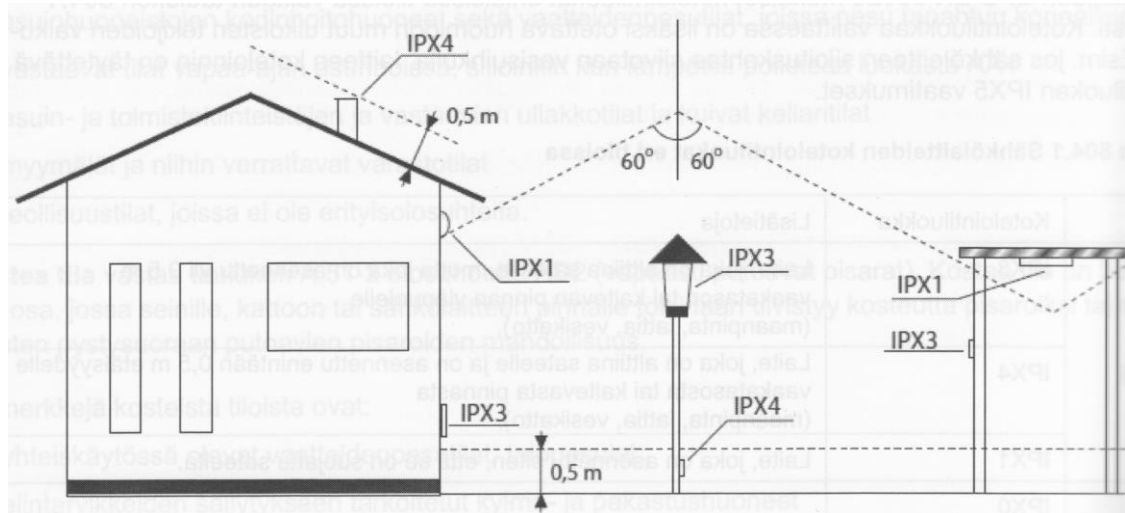
Käytettäessä sähkölaitteita ulkona tulee niiden olla riittävän kosketukselta ja kosteudelta suojattuja. Normaalisti asuinrakennusten pihapiireissä käytetään IP44-luokan tuotteita. Usein julkisissa rakennuksissa vaatimuksina on IP65-luokan tuotteet. IP-numeroinnissa ensimmäinen numero kertoo mekaanisen suojauksen tason ja toinen numero veden kestävyuden. Kuvassa 5 esitellään yleisimmin käytössä olevat IP-luokitukset auki selitettyinä ja pisaratunnuksilla merkittyinä.

<u>Pisara-</u> <u>tunnus</u>	<u>IP-tunnus</u>	<u>Selitys</u>
	IP 21	Tippuvedenpitävä
	IP 23 tai IP 43	Sateenpitävä
	IP 34 tai IP 44	Roiskevedenpitävä
	IP 67	Vedenpitävä

Kuva 5. Tavallisimmat ulkona käytettävät kotelointiluokat (Tukes b)

Innojok Oy:n ulkovalaisimet ovat kaikki vähintään IP44-koteloituja, joten niitä voidaan käyttää vapaasti halutussa käyttökohteessa. Standardissa SFS 6000-8-804 on täydentävät vaatimukset. Kuiviin, kosteisiin ja märkiin tiloihin sekä ulkotiloille on annettu määräyksiä, kuinka sähkölaitteet tulee valita ja asentaa, mikäli tila on jokin edellä mainituista.

Standardista löytyy kuva, johon on hahmoteltu useita erilaisia sähkölaitteiden asennuspaikkoja joita esiintyy ulkona. Kuvassa 6 esitetään eri kotelointiluokkia, jotka ovat vähimmäisvaatimuksia kyseisissä kohteissa.



Kuva 6. Ulos asennettavien sähkölaitteiden kotelointiluokat (SFS 6000-8-804: 592.)

Kuvasta 6 nähtiin, miten pollarivalaisimen sähkönsyöttökotelon tulee olla IPX4, mikäli se on alle 50 cm:n korkeudella maasta. Käytännössä Innojok Oy:n tuotteissa kotelointi on valaisimen yläpäässä noin metrin korkeudessa, jolloin kotelointiin riittäisi vähintään IPX3.

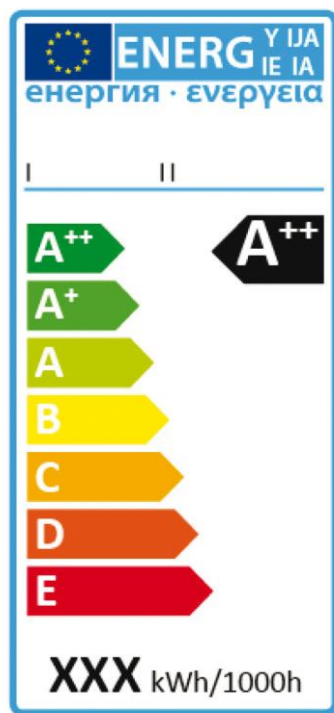
4.2.2 Valaistustekniikasta huomioon otettavaa

Valaistusta suunniteltaessa on tärkeätä tietää tulevan tilan käyttötarkoitus. Mikäli kyseessä on sisätila tulee tilan valaistustasot mitoittaa standardin SFS-EN 12464-1 mukaan. Standardi antaa valaistusvoimakkuusarvoja eri tarpeiden mukaan ja suhdelukuja siitä, paljonko valaistus saa vaihdella työalueen ja sen lähiympäristön välillä. Ulkovaistutus standardi SFS-EN 12464-2 antaa valaistusvoimakkuusesimerkkejä ulkotyöalueille kuten lentokentille, bensiiniasemille ja laitureille. Standardin mukaan ulkovalaistuksen tärkeimmät kriteerit ovat

- näkömukavuus
- havainnointitarkkuus
- turvallisuus

- valonjako
- valaistusvoimakkuus
- häikäisy
- valon suuntaus
- värintoisto
- välkyntä.

Kuvassa 7 kuvataan valonlähteen eli lampun energialuokkatarraa, jossa kerrotaan, paljonko energiaa lamppu kuluttaa 1 000 tunnissa. Merkintä kertoo tuotteen valonlähteen energiatehokkuudesta eli tuhlaako se energiaa muuhun kuin valon tuottamiseen.



Kuva 7. Energialuokan A++:n energialuokkatarra (Tukes a)

4.2.3 Valaisinten muotoilu, valmistustekniikka ja taloudellisuus

Innojok Oy on tuotteissaan pitkään tukeutunut vanhojen tunnettujen suunnittelijoiden suunnittelemiin ajattomiin malleihin. Tuotteiden alkuperäiset suunnitelmat on joissain tapauksissa tehty 50-, 60-luvuilla, ja ne ovat silti uudistuotannossa. Design-valaisimissa Innojok Oy on tunnettu toimija, jolta odotetaan markkinoille hyviä valaisinratkaisuja.

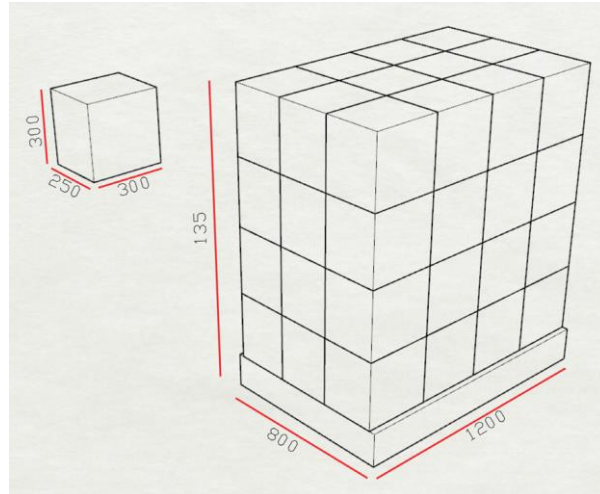
Tästä syystä uusia tuotteita suunnitellessa on pidettävä mielessä, mihin onkaan ryhtymässä. Vastuu siitä, että tuote on Innojok Oy:n tavoitteiden ja tarpeiden mukainen on suuri. Lisäksi suunnittelua rajaa rakentamisessa käytetyt moduulimitat ja logistiikan kuormalavamitoitukset Suomessa ja Euroopassa yleensä. Standardissa SFS-EN 13698-1/2 on esitelty FIN-lavan ja EUR-lavan erot.

Innojok Oy:llä on pitkät perinteet tuotannon alihankinnassa ympäri maailman. Innojok Oy:llä ei ole käytännössä katsoen ollenkaan omaa valmistusta, vaan ainoa tuotannollinen työ on valaisinten varastointi ja pienimuotoinen kokoonpanotoiminta. Tämä avaa-kin tuotekehitykselle paljon ovia, sillä tuotteita suunniteltaessa ei tarvitse pohtia omaa konekantaa tuotteen valmistamiseksi, sillä oikeanlainen kone löytyy joko jo valmiiksi alihankintakanavista tai uuden alihankkijan avulla. Materiaalivalinnoissa on myös huomattavasti paljon enemmän vapauksia, sillä Innojok Oy:n alihankkijoina on Suomessa useiden alojen yrityksiä, kuten

- metallialan
- lasin käsittelyn
- muovin rotaatiokäsittelyn
- keramiikan
- muovin ruiskuvalukäsittelyn
- muovin lämpömuovauksen.

Tuotteissa kantavana ideana on käyttää mahdollisimman paljon valmiita komponentteja. Lisäksi Innojok Oy:llä on omia komponentteja, joita käytetään tehdastekoisten komponenttien lisäksi. Näin saavutetaan taloudellisesti kestäviä tuotteita eikä jokaista valaisinta varten jouduta tekemään raskaita investointeja muotteihin tai muihin yksittäisiin komponentteihin. Valaisimien mittasuhteita muutetaan usein vielä ensimmäisen prototyypin jälkeenkin. Tätä kutsutaan lavaoptimoinniksi.

Lavaoptimoinnilla tuotteen koko optimoidaan siten, että niitä mahtuu mahdollisemman monta yhdelle standardi kuormalavalle. Näin ollen saadaan pienennettyä kuluja rahdissa sekä varastoinnissa. Kuvassa 8 esitetään miten yhden tuotteen pakkauksen koko tulee optimoida, jotta niitä mahtuu lavalle mahdollisimman monta.



Kuva 8. Optimoitu pakkaus, joita mahtuu mahdollisimman monta yhdelle kuormalavalle (Särk-
kä 2013: 50)

4.3 Tuotekehitys teoriassa

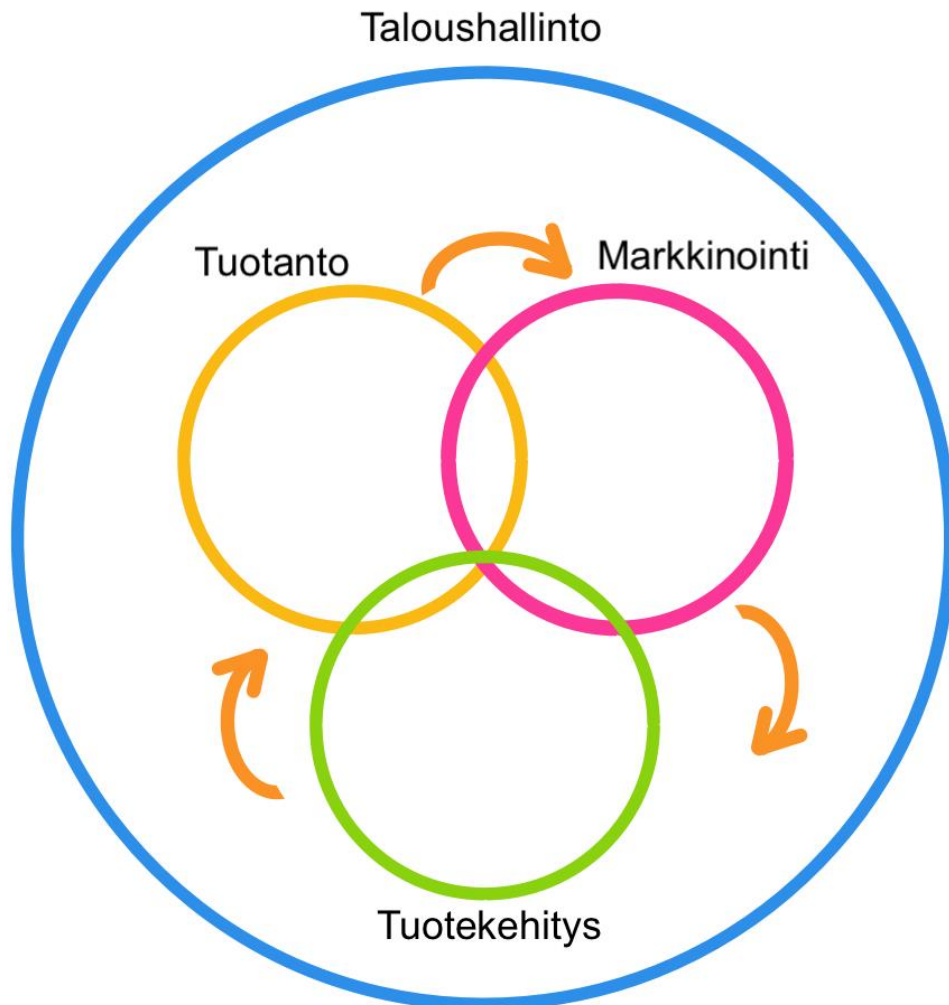
4.3.1 Tuotekehityksen tehtävä

Tuotekehityksen tärkeimpiä tehtäviä on kehittää yrityksen tuotteita ja tuoteperheitä kulluttajalle sopiviksi. Tuotekehitys toimii yrityksen omien voimavarojen varassa, mikäli ulkopuolisia konsultteja ei käytetä. Jälleenmyyjiltä ja henkilöasiakkailta tulevaa palautetta kannattaa käyttää tiedon lähteenä tuotteiden kehittämisessä. Tuotekehityksessä tulee muistaa, että vaikka jokin ominaisuus on suunniteltavissa, voi sen toteuttaminen tuotannossa olla haastavaa. (Välimaa 1994: 9.)

Tuotesuunnittelu tehdään usein projektimaisesti, jolloin siitä muodostuu matka, jossa on useita välietappeja. Määränpäänä on tuote, joka on alussa sanallisesti ja teknisesti kuvailtu. Lopputuloksena on tuote, jossa tekniset spesifikaatiot täyttyvät ja se on tuotannollisesti mahdollista valmistaa. (Välimaa 1994: 19.)

Tuotekehitystoimintaan kuuluu tuotekehitysosaston lisäksi tuotanto, markkinointi ja taloushallinto. Kaikkien puhaltaessa yhteen hiileen on toiminnalla edellytykset olla tuotava. Lisäksi silloin yritysjohto pystyy ohjaamaan sitä luontevasti. Osastojen toimiessa yhdessä on hyvät mahdollisuudet saada aikaan kilpailukykyisiä tuotteita. (Välimaa 1994: 26.)

Kuvaan 9 on hahmoteltu toimintakaavio jossa on merkitty kaikkien tuotekehitykseen kuuluvien osien paikka tuotekehitysprojektissa.



Kuva 9. Yrityksen rakenne (Välimaa 1994: 10.)

Kuten kuvasta 9 nähdään on kaiken liiketoiminnan ympärillä taloushallinto, joka valvoo toiminnan kannattavuutta. Markkinoinnin tehtävänä on myydä tuotannon valmistama tuote. Tuotannon tehtävänä on valmistaa tuotekehityksen suunnittelema tuote.

Markkinoinnin tehtävä myynnin lisäksi on kertoa tuotekehitykselle, miten tuotteita tulee jalostaa yhä kilpailukykyisemmiksi. (Välimaa 1994: 10.)

Kun kehitetään uutta tuotetta on tärkeitä, että tuleva tuote on linjassa jo olemassa olevien tuotteiden kanssa.

Tärkeätä onkin kehittää tuotteita yrityksen vision kautta samalla tuotealueella kuin jo valmiiksi toimitaan, tällöin pystytään sitouttamaan kaikki projektin jäsenet tuotekehitykseen ja yhteiseen lopputulokseen. (Välimaa 1994: 29.)

Kehitettävän tuotteen pitää sopia yrityksen jo tarjoamiin tuotteisiin. Uuden tuotteen on hyvä täydentää valikoimaa tai korvata täysin tuote, joka on elinkaarensa loppuvaiheessa. Kehitettävä tuote ei saa missään nimessä syödä markkinoita omilta tuotteilta, joiden elinkaarivaihe on vielä hyvä. Lisäksi pitää muistaa, että tuotetta kannattaa kehittää vain, jos sille on vielä tilaa markkinoilla. (Välimaa 1994: 49.)

4.3.2 Tuotekehityksen työvaiheet

Tuotekehityshankkeen voi jakaa neljään osaan. Ensimmäisenä niistä on tuotekehitysprojehtin käynnistäminen. Hankkeen edetessä, edetään seuraavaksi luonnosteluvaiheeseen. Luonnostelun jälkeen alkaa valitun luonnoksen kehittelyvaihe. Kehittelyn lopputuloksena saadaan konstruktio, jota voidaan alkaa viimeistelemään viimeistelyvaiheessa. Lopulta tuotekehitysprojehti on saatu päätökseen ja valmistusohjeet, piirustukset ja prototyyppi ovat valmiit. (Jokinen 1987/2001:14.)

1. Tuotekehitysprojehtin käynnistäminen

Tuotekehitysprojehtia aloitettaessa on usein monia projektiehdotuksia, joista pitäisi valita kehitettävä projektiehdotus. Valittaessa projektiä tulee pohtia kehittämiskustannuksia, markkinointinäkymiä ja mahdollista tuottoa. Mikäli valittu projektiehdotus osoittautuu edelle mainittujen kriteerien kannalta sopivaksi, kyseinen projekti saa kehittämispäätöksen. (Jokinen 1987/2001:14.)

2. Luonnostelu

Luonnosteluvaiheessa lähdetään siitä, että määritellään tuotteelle vaatimukset ja tavoitteet. Luonnostelu aloitetaan tuotteen kokonaistoiminnon ymmärtämisellä. Tuoteidea puretaan osatoimintoihin, joihin kehitetään ratkaisumahdollisuuksia.

Ratkaisumahdollisuuksista valitaan teknis-taloudellisimmat ja niitä yhdistelemällä saadaan kokonaistoiminnon ratkaisuperiaatteita. Ratkaisuperiaatteista valitaan kaikkein optimoiduin malli, josta saadaan ratkaisuluonnoksia.

Ratkaisuluonnoksista yleensä kehitetään vain yksi lopullinen tuote, sillä usean eri mallin kehittäminen hidastaa tuotekehitystä ja lisää sen kustannuksia. (Jokinen 1987/2001:14.)

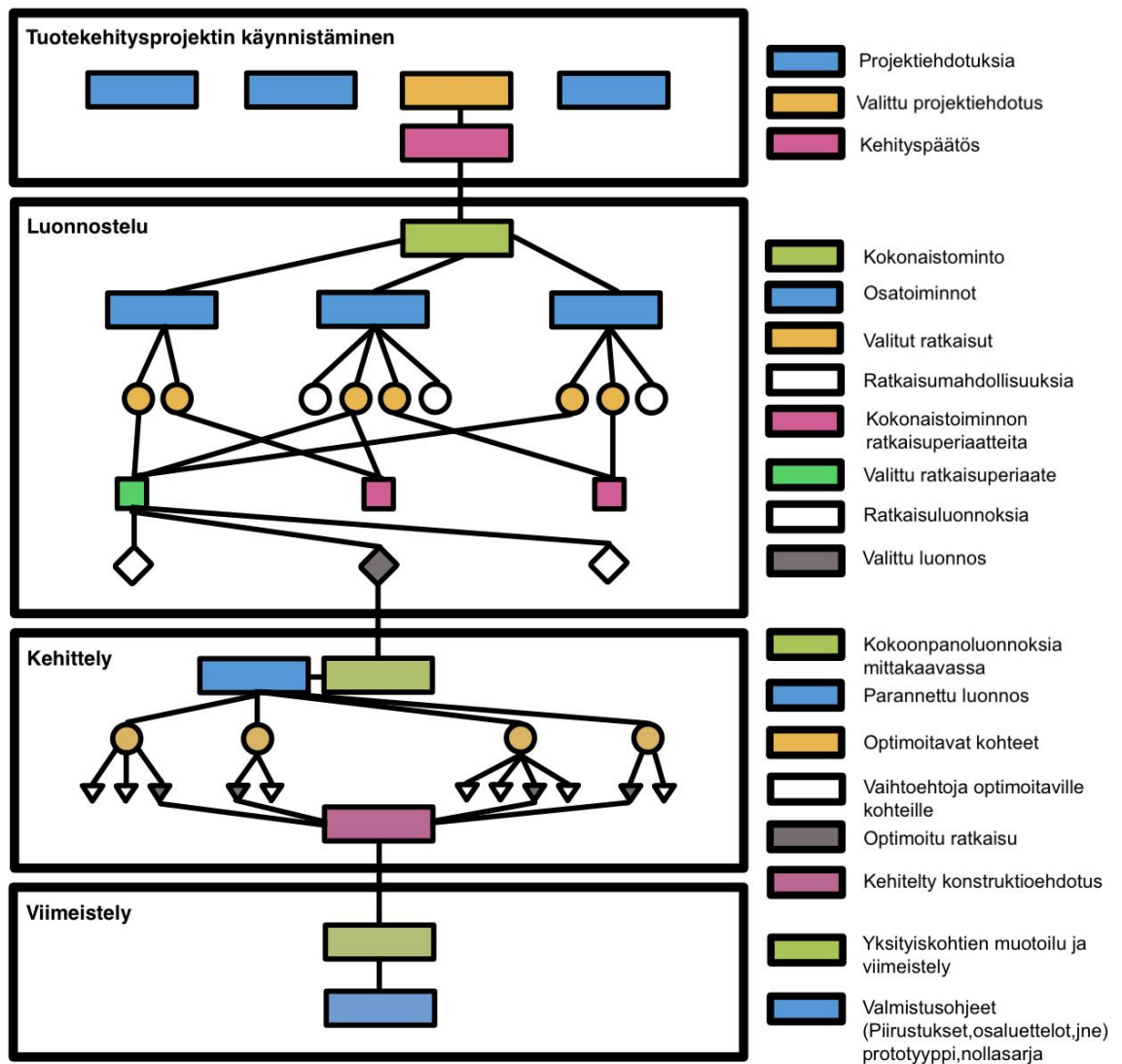
3. Kehittely

Kehittely aloitetaan valitun kokoonpanoluonnoksen laatimisella mittakaavassa. Tässä kohtaa yleensä huomataan, jos suunnitelmissa on teknisesti tai taloudellisesti heikkoja kohtia, jotka tulee poistaa. Kun huonot suunnitelman osat on saatu korjattua saadaan paranneltu luonnos, josta voidaan alkaa optimoimaan tärkeimpiä osia. Optimoinnissa keskitytään vaihtoehtoisten raaka-aineiden käyttämiseen ja edullisimpien geometrioiden löytämiseen. Kaikkien osien ollessa optimoituja on kokonaisuus alkuvaatimukset täyttävä, jolloin on saatu aikaan kehitelty konstruktio. Jos vaatimukset ja kriteerit, jotka alussa tuotteelle on määritelty eivät täytykään, on kehitystyö aloitettava alusta ja valittava toinen luonnostelun mahdollinen ratkaisuluonnos. (Jokinen 1987/2001:16.)

4. Viimeistely

Tuotekehityksen viimeisenä osiona on viimeistely. Viimeisteltäessä tuotetta tuotantoa varten piirretään työpiirustukset, laaditaan osaluettelot ja käyttö- ja huolto-ohjeet sekä suunnitellaan tuotepakkaus. Viimeistelyvaiheessa massatuotantoa varten valmistetaan koekappale eli prototyyppi. Prototyypin avulla tutkitaan ja tarkistetaan, että ominaisuudet vastaavat alussa asetettuja tavoitteita. Mikäli prototyyppi vastaa haluttua, tehdään tuotteesta niin kutsuttu nollasarja, jolla testataan valmistusmenetelmien soveltuvuutta tuotteelle ja saadaan määritettyä tuotteen alustava läpimenoaika. (Jokinen 1987/2001:17.)

Kuvassa 10 (ks. seur. s.) esitetään teoreettinen malli, miten tuotekehitysprojekti etenee projektiehdotuksesta lopulliseen tuotteeseen. (Jokinen 1987/2001:16)



Kuva 10. Tuotekehitysprojektin eteneminen (Jokinen 1987/2001:16)

5 Valaisimen tuotekehitysprojektin käytännön toteutus Innojok Oy:ssä

Innojok Oy:llä tuotekehitystä on tehty jo viimeiset 20-vuotta. Sinä aikana on tuotekehitysprojekteja ollut noin kymmenisen kappaletta joka vuosi. Voidaankin sanoa, että Innojok Oy:llä on jo useampi sata toteutunutta tuotekehitysprojektia takanaan. Useiden projektien tuloksena on syntynyt täysin uusia tuotteita, mutta moni projekti on keskittynyt jo valmiina markkinoilla olevien tuotteiden paranteluun. Kuvassa 12 (ks. s. 20) kuvataan Innojok Oy:n tapa toimia, jossa on yhtäläisyyksiä teoriaosuuden kuvan 10 kanssa.

1. Tuotekehitysprojektin käynnistäminen

Käynnistettäessä led-käyttöisen ulkovalaisimen tuotekehitysprojektia oli toisena projektiehdotuksena led-käyttöiset plafondi valaisimet. Kehityspäätös tuli kuitenkin ulkovalaisinprojektille. Päätöstä suosi se, että ulkovalaisimista ei vielä toistaiseksi mistään löydy natiivia led-sovellusta, kun taas plafondivalaisimissa jo joissakin on led-malleja tarjolla. Lisäksi Innojok Oy:n vanha ulkovalaisinmallisto oli alkanut menettää vetovoimaisuuttaan markkinoilla, ja uusi tekniikka tarjosi ulkovalaisimiin selviä etuja.

Päätös uuden ulkovalaisintuoteperheen suunnittelemiselle tehtiin vuoden 2014 alussa pidetyssä tuotekehityspalaverissa. Päätöksen tekivät ulkovalaisimien tuotepäällikkö, toimitusjohtaja ja suunnittelija. Ulkovalaisintuoteperheen tuotteista päätettiin pollarimalisesta valaisimesta tehdä ensimmäinen prototyyppi, sillä juuri pollarivalaisimet ovat niitä, joilla on uudis- sekä saneerauskohteissa helpoiten käyttökohteita. Lisäksi pollarivalaisimet ovat olleet Innojok Oy:n suosituimpia ulkovalaisimia. Siksi oli luontevaa suunnitella uusi tuote juuri tähän tuotesegmenttiin.

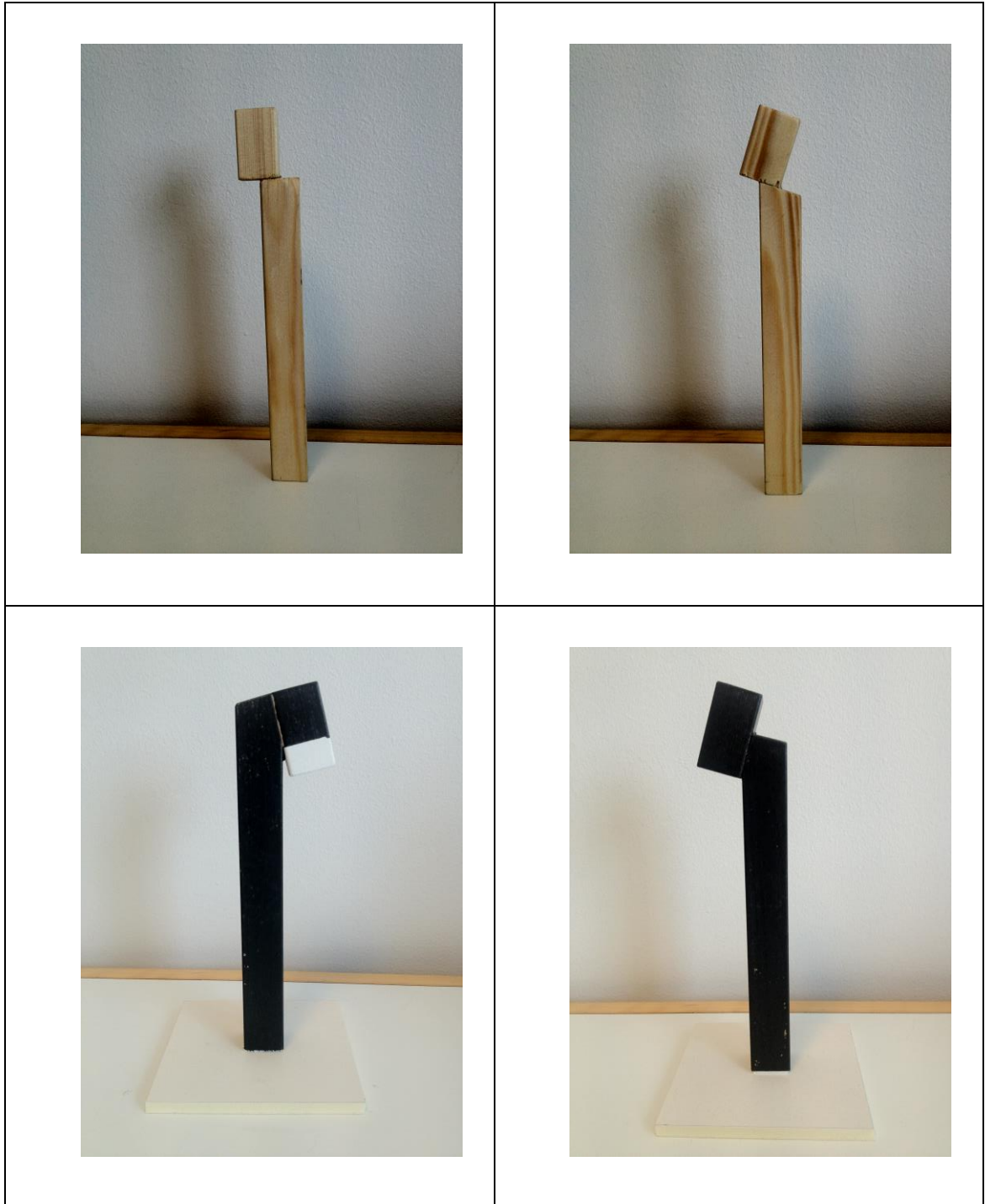
2. Luonnostelu

Luonnosteluvaiheessa tuotteelle määriteltiin vaatimukseksi Innolux Pro-brändin mukaiset ominaisuudet. Kokonaistoiminnoksi tuli saada aikaan pollarivalaisin, jossa yhdistyy led-moduulin huollon helppous ja lisäominaisuudet, joita muilla ei ole tarjota samassa tuotekategoriassa. Luonnosteltaessa pollarivalaisinta oli teollisella muotoilijalla mielessä muutama malli, joista lisäksi oli viisi rinnakkaista sisarmallia. Malleja pohditettiin kaikkia läpikotaisin ja tehtiin melko nopeasti päätös siitä, että keskitytään vain yhteen malliin eikä lähdetty kehittämään sekä kantikasta valaisinta ja pyöreärunkoista samaan aikaan. Päätökset kehittävästä valaisimesta tehtiin vuoden 2014 kevään tuotekehityspalavereissa.

3. Kehittely

Kehittely aloitettiin tekemällä 1/50 pienoismalli uudesta pollarivalaisimesta. Pienoismallilla saatiin haettua valaisimen mittasuhteita halutuiksi ilman, että kustannukset karkasivat käsistä. Lisäksi mallista oli suuri hyöty, kun mallia esiteltiin toimitusjohtajalle, joka on sokea.

Näin ollen kaikki projektissa mukana olleet saivat käsityksen, millainen valaisimesta tulisi. Pienoismalleja tehtiin puusta useampi tuotteen kehittyessä lopulliseen muotoonsa. Kuvassa 11 esitetään järjestyksessä pienoismallien kehittymistä.



Kuva 11. Pollarivalaisimen pienoismallien kehitys

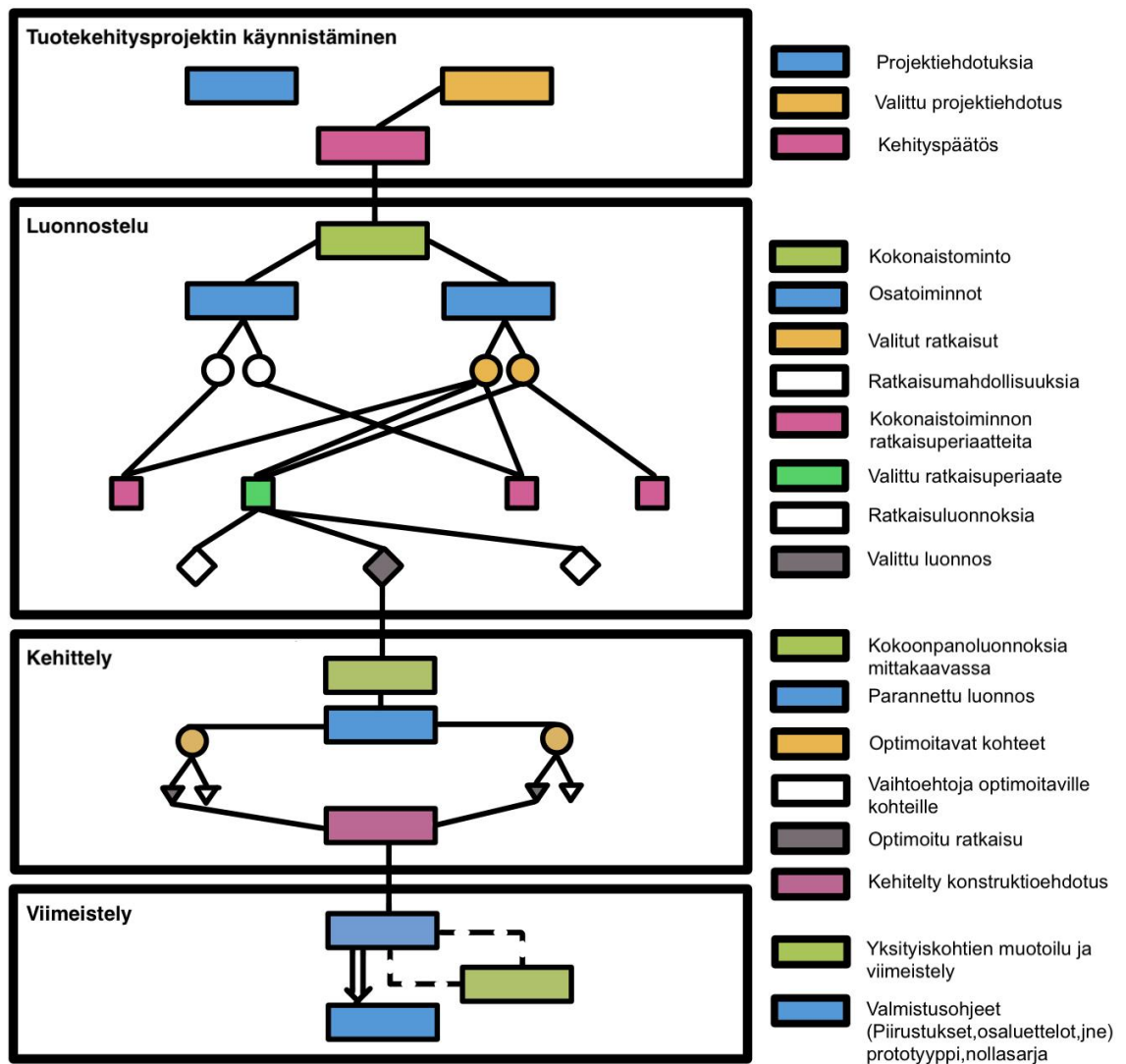
Pienoismallit toteutti teollinen muotoilija Jussi Ahola Ahola Design Oy:stä vuoden 2014 kevättalvella. Pienoismallien pohjalta tehtiin pahvista malli, joka oli mittasuhteeltaan 1/1.

4. Viimeistely

Viimeistelyvaihe Innojok Oy:n tapauksessa on hieman paikallaan junnaava, sillä tuotanto ei ole omaa, vaan alihankittua ja se tuo mukanaan toimintaan elementin, jossa viimeisiä hienosäätöjä saatetaan tehdä vielä pitkäänkin. Viimeistelyvaiheessa on päästy tilanteeseen, jossa käsissä on ensimmäinen metallista valmistettu prototyyppi. Muodoltaan tuote on hyvin pitkällä ja sähköisiä osia on päästy jo suunnittelemaan.

Prototyypin toinen versio tulee sisältämään jo viimeistellymmän sähköistyksen sekä tarkemman mekaanisen rakenteen. Prototyypin ollessa tässä vaiheessa voidaan sen tuotepakkausta ja lavaoptimointia alkaa jo suunnitella. Lisäksi tuotteen ensimmäiset ulkotiloissa tehtävät testit voidaan aloittaa.

Prototyypin toisen version jälkeen on tuotteesta jo lopulliset testit tehty, ja sitä voidaan alkaa tuottaa suurina erinä. Tuotteelle tulee tässä kohtaa olla valmiina kokoonpano-ohjeet, asennusohjeet sekä markkinointimateriaalit.



Kuva 12. Pollarivalaisimen tuotekehitysprosessi Innojok Oy:ssä

Innojok Oy:n toimintatapa tuotekehityksessä verrattuna teoreettiseen malliin on huomattavasti erilainen kuten kuvasta 12 nähtiin. Siinä missä teoreettinen malli kehittää tuotetta piirustusasteella pitkään lähtee Innojok Oy:n kehitys nopeasti jonkin malliseen konkreettiseen malliin. Tällä etenemistavalla päästään nopeasti käsitykseen siitä, millainen tuote on tulossa vaikka kuvien tulkintataito olisikin heikkoa. Lisäksi teoreettinen malli pohtii eri tilanteiden mahdollisia ratkaisuja paljon enemmän kuin Innojok Oy:n malli. Innojok Oy:ssä tehdään kaikki mieluummin helpoimman kautta eli niin kutsutulla KISS-menetelmällä (Keep It Simple, Stupid). Täten ei kulu turhaan aikaa monen erilaisen toimintamallin kehittämiseen, vaan tehdään ratkaisu jo käytössä olevalla metodilla. Näin kerran keksitty oivallus nopeuttaa tuotekehitystä merkittävästi vastaisuudessa.

6 Uudet Innolux Pro -tuotteet

Innolux Pro -tuotteiden kriteereitä on olla helposti asennettavia ja antaa hyvä häikäisemätön valo. Pro-tuotteiden eliniän tulee olla pitkä ja huollon helppoa. Lisäksi tuotteiden ominaisuuksilta vaaditaan kattavuutta ja toiminnallisuutta. Uusia tuotteita suunniteltaessa Innojok Oy on kiinnostunut tuotteista, joissa runko on nykyisiä malleja hoikempi ja näin prototyypissä tehtiinkin. Nykyisin mallistossa olevissa pollarivalaisimissa on 18 cm halkaisijan runko, mutta uusissa valaisimissa on lähes puolet pienempi runko, joka on vain 10 cm kanttiinsa. Uusiin pollarivalaisimiin, sekä seinävalaisinmalliin tulee vaihtoehtoiseksi ominaisuudeksi pistorasia koristevaloja ja puutarhassa tarvittavia käsityökoneita varten. Uuden pollarivalaisinrungon myötä on mahdollista tehdä puutarhaan kesää varten kevytrakenteinen kastelujärjestelmä siten, että pollarivalaisimen rungossa on mahdollisuus vesihanelle, josta saa kasteluvettä puutarhaletkun tapaan.

6.1 Ulkovalaisinprototyyppi

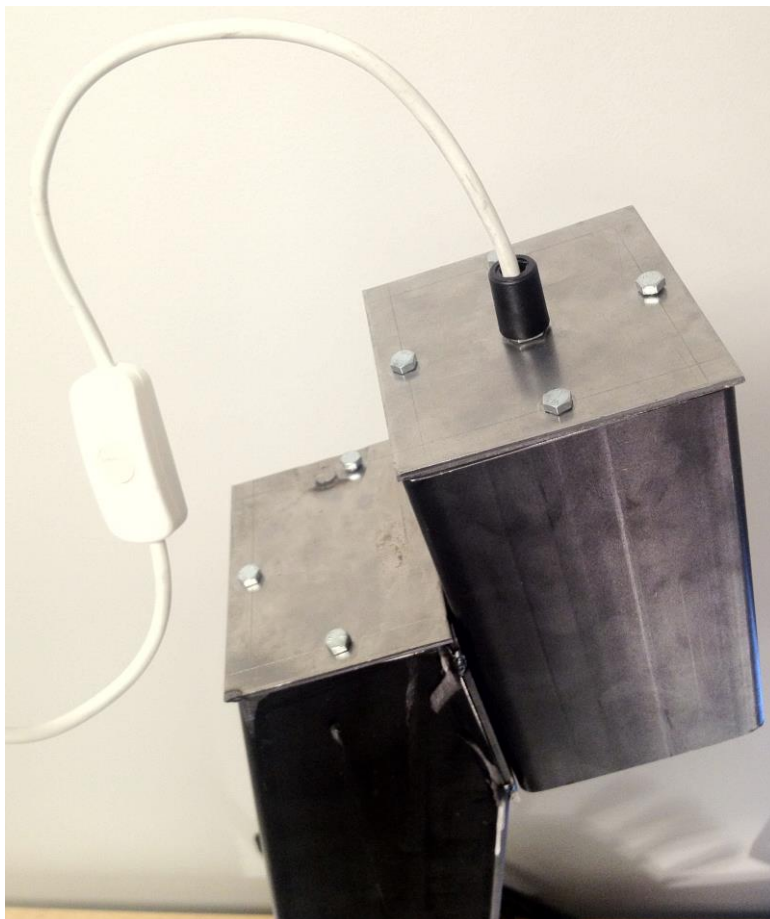
Pollarivalaisimesta valmistettiin alihankintana prototyyppi jo varhaisessa vaiheessa, jotta sen avulla voitiin havainnoida tuotteen tulevia muotoja helpommin kuin pelkkiä piirustuksia katsottaessa. Kuvassa 13 (ks. seur. s.) esitetään pollarivalaisimen ensimmäinen metallinen prototyyppi.



Kuva 13. Pollarivalaisimen ensimmäinen todellisessa koossa oleva metallinen prototyyppi

Ensimmäisen metallisen prototyypin valmisti Espoon, Kauniaisten ja Kirkkonummen koulutuskuntayhtymä Omnia. Omnialla on Leppävaarassa metallialan koulutusta ja siellä asiakastyöt onnistuivat tilauksesta. Liitteessä 1 on esitelty prototyypin piirustukset, joiden pohjalta malli valmistettiin. Prototyyppi tilattiin Omnialta, sillä se saatiin tällä tavalla tuotettua nopeasti ja tulevat muutokset kehityksen aikana pystyttiin päivittämään tuotantoon käymällä paikan päällä ja selostamalla muutokset tuotannon työntekijöille. Normaalisti muutokset olisi tullut tehdä piirustuksiin ja se olisi ollut tässä tapauksessa huomattavasti hitaampi tapa toimia.

Ensimmäisessä prototyypissä virransyöttö toteutettiin tuotantomallista poikkeavalla tavalla yläkautta. Näin saatiin valaisimeen sähköt tehtyä siten, että valaisin pystyi seisomaan pystyssä ilman jalustalaippaa. Kuvassa 14 kuvataan valaisimen yläosa, josta sähköjohto on viety valaisimen rungon sisälle.



Kuva 14. Pollarivalaisimen yläosa ja sen sähköistys

Prototyypissä valonlähteenä käytettiin sekä normaalia E27-lampunpidintä, että Osramin valmistamaa led-moduulia. Kuvassa 15 (ks. seur. s.) esitetään Osramin PrevaLED Cube AC moduuli, jossa ei ole tarpeen käyttää ollenkaan liitäntälaitetta, sillä se on integroituna samalle piirilevyille kuin itse led-moduuli. Liitteessä 2 esitellään led-moduulin tärkeimmät tekniset tiedot.



Kuva 15. Osramin PrevaLED Cube AC led-moduuli

Lopullisessa valaisimessa luovuttiin E27-lampunpidimestä, koska valaisimesta haluttiin tehdä asiakkaalle mahdollisimman huoltovapaa. Tästä päätöksestä oli sekä hyötyä, että haittaa. Taulukossa 1 esitetään tilanteita, joita asiakkaalla voi kyseenomaista piha-
piirivalaisinta käyttäessä tulla vastaan. Himmentimen käyttäminen led-moduulin kanssa on mahdollista, mutta sellainen vaatii erikoismallin, joka on erikseen tilattavissa. Lisäksi himmennys tulee toteuttaa joko käyttäen DALI-järjestelmää tai analogisesti 1 - 10 V -ohjaussignaalin avulla. led-moduulin kanssa ei siis voi käyttää normaaleja
kojerasiahimmentimiä, joita hehku- ja halogeenilamppujen kanssa käytetään. Käytettäessä perinteistä E27-lampunpidintä pystyy valaisimessa käyttämään lähes mitä tahansa lampua, kunhan se vain mahtuu valaisimen sisään.

Taulukko 1. Eri valonlähteiden ominaisuudet asiakkaan ja tuottajan näkökulmasta

Ominaisuus Valonlähde	E27-lampunpidin		led-moduuli	
	Asiakas	Tuottaja	Asiakas	Tuottaja
Valon värilämpötilaa voi vaihtaa	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä
Valonlähteen voi vaihtaa	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä
Valaisin on himmennettävissä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä*
Valaisin on kustannuksiltaan kohtuullinen	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Valaisin on huoltovapaa	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Valaisinta voi käyttää monessa kohteessa	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Nykyään E27-lampunpitimeen sopivia lamppuja on toteutettuna monella eri tekniikalla, kuten hehkusäteilijöinä eli hehku- ja halogeenilamppuina. Lisäksi hyvin yleisiksi ovat nousseet myös erilaiset energiansäästölamput eli pienloistelamput, joissa käytetään samaa tekniikkaa kuin loisteputkissa. Energiansäästölamput on pakattu lampun sisälle toisin kuin loisteputkivalaisimessa, jossa putki ja ohjauselektronikka ovat erikseen. Kuvassa 16 nähdään perinteinen E27-lampunpidin, joka on valmistettu keramiikasta. Lampunkantoja valmistetaan keramiikasta sen suuren lämmönkeston takia, sillä monimetalli- tai suurpainenatriumlamppusovellutuksissa voi lampunkannan lämpötila nousta standardin rajoissa jopa 250 °C:seen.



Kuva 16. Keraaminen E27-lampunpidin. (Mr. Resistor)

Kaikkein energiatehokkain lampputyyppi on led-lamppu. Led-lamppuja on nykyään yhä enemmän ja enemmän erilaisia, kuten erivärisiä ja -mallisia. Led-lamppujen valontuotto on myös kasvanut niin suureksi, että niissäkin on nykyään himmennettäviä malleja. Uusimpana ominaisuutena lamput on langaton ohjaaminen ja säätäminen. Esimerkkinä Zigbee Light Link -protokolla, joka on suunniteltu toimimaan langattomana linkkinä käyttäjän ja valonlähteen välillä. Kuvassa 17 (ks. seur. s.) nähdään Zigbeeen logo, joka löytyy jokaisesta Zigbee yhteensopivasta tuotteesta tai sen pakkauksesta.



Kuva 17. Zigbee logo takaa, että tuote on protokollan kanssa yhteensopiva. (Zigbee alliance)

6.2 Valaistuksen langaton ohjaus

Langattoman ohjauksen etuna on, että voidaan käyttää samoja lampunpitimiä kuin aina ennenkin ja silti saadaan niihin uusia ominaisuuksia. Zigbee Light Link -yhteensopivia tuotteita on alkanut saapua markkinoille vuodesta 2012 lähtien, jolloin useat suuret valmistajat sitoutuivat kyseisen standardin käyttöön tuotteissaan.

Langattomalla ohjauksella saadaan seuraavia etuja:

- Lampun värilämpötilaa pystytään vaihtamaan.
- Lamppua pystytään himmentämään käyttämättä erilisiä himmentimiä, jotka alentavat asennuksen hyötysuhdetta.
- Mikäli lamppu on toteutettu RGB-tekniikalla, on värin vaihtaminen mahdollista langattomasti.
- Langattomiin järjestelmiin on mahdollista päästä käsiksi tietokoneella tai tabletilla.
- Lamppujen automatisoitu käyttö helpottuu langattomuuden avulla.
- Uusien ominaisuuksien tuonti saneerauskohteisiin on helpompaa, kun ei tarvitse lisätä johdotusta vanhoihin johtoreitteihin, vaan sähkö kulkee johdoissa ja ohjaus tulee langattomasti.

Kuvassa 18 (ks. seur. s) esitellään Osramin Lightify led-lamppu, jossa on sisäänrakennettu ZLL-vastaanotin.



Kuva 18. Osramin Lightify lamppu, jota voidaan ohjata ja säätää langattomasti (Conrad)

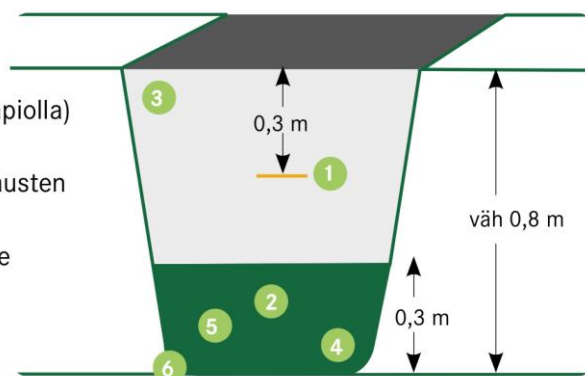
Lampussa käytetään RGB-tekniikka, joten sen väriä voidaan vaihtaa ja sitä voidaan himmentää samanaikaisesti. Lampun valovirrantuotto on noin 60 W:n hehkulampun tasoa eli noin 800 lm, vaikka lamppu kuluttaakin vain 10 W tehoa.

6.3 Ohjaus ulkovalaisimissa

Ulkovalaistusasennuksissa, joissa on käytössä pylväs- tai pollarivalaisimia, kaapelointi on upotettava usein maahan. Mikäli näin joudutaan tekemään, tulee kaapeloinnin olla maahan upotuksen kestävä. Kuvassa 19 kuvaillaan maakaapeliojan sisältö.

Kaapelioja

- 1) Varoitussauha
- 2) Kivetöntä hiekkaa tai filleriä (esitäytettävä lapiolla)
- 3) Täytemaa
- 4) Liittymiskaapeli (huom. etäisyys myös leikkausten yhteydessä maan lopullisesta pinnasta)
- 5) Puhelin/SYJ-kaapelit (väh. 0,1 m etäisyydelle liittymiskaapeleista)
- 6) Maadoituselektrodi (kuparijohdin Cu 16 mm², väh. 20 m)



Kuva 19. Kaapelioja ja sen osat (Fortum)

Samassa kaapeliojassa voidaan siis kuljettaa monen järjestelmän kaapeleita, kunhan niiden välillä pidetään kuvan 19 mukainen 10 cm väli toisiinsa.

Yleisin kaapeli pihavalaisuksessa on MCMK-maakaapeli. Mikäli valaisimia halutaan sytyttää ryhmässä tai erikseen, tulee kaapelissa olla enemmän johtimia, joihin valaisimia on kytketty. Silloin saadaan tehtyä esimerkiksi valaistus, jossa joka toinen valaisin on sammutettuna. Kuvassa 20 esitetään MCMK-kaapeli, jossa on $4 \times 2,5 \text{ mm}^2 + 2,5 \text{ mm}^2$ johtimet.



Kuva 20. Monijohdinmaakaapeli (sähkönumerot.fi)

Kuvan 20 kaapelilla voidaan tehdä himmennys siten, että ruskea johdin on vaihejohdin, sininen on nollajohdin ja musta ja harmaa johdin ovat 1 - 10 V signaalin siirtojohtimet. Mustaa ja harmaata johdinta voidaan käyttää myös DALI-järjestelmän datajohtimina. Kytkettäessä kaapeli siten, että ruskea, musta ja harmaa johdin ovat kaikki vaihejohtimia pystytään yöaikaan säästämään 50% energiaa sammuttamalla joka toinen valaisin. Mikäli asennus tehdään langattomalla ohjauksella, voidaan käyttää MCMK-kaapelia, jossa on vain kolme johdinta. Kuvassa 21 on maakaapeli, jolla saadaan samat ominaisuudet kuin kuvan 20 kaapelilla, mutta 66% vähemmällä johtimilla.



Kuva 21. Maakaapeli jossa vain maadoitus- ja äärijohtimet eikä yhtään ohjausjohdinta (jobkauppa)

Mikäli käytössä on Osramin Lightify lamppu, saadaan lisäksi valaistuksen väriäkin vaihdettua. Tämä ei ole edes mahdollista viisinapaisella maakaapelilla käytettäessä E27-lampunpidintä.

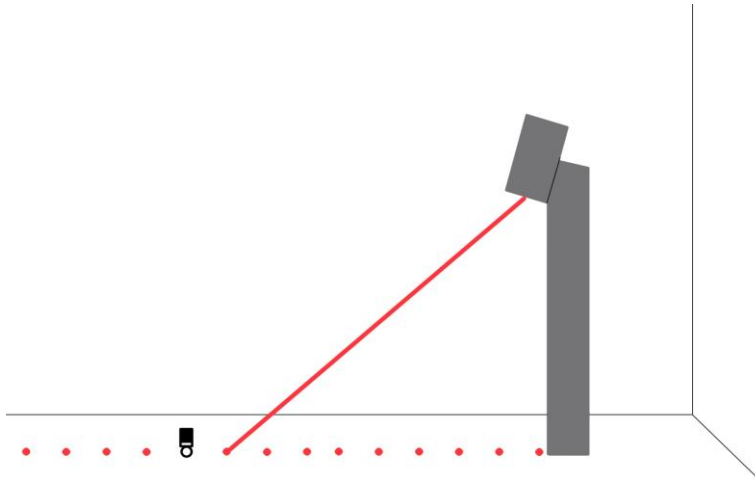
7 Prototyypin testaus ja mittaus

7.1 Valaisinprototyypin testausjärjestelyt

Mittaukset suoritettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Albertinkadun toimipisteen valaistuslaboratoriossa kahdella prototyypillä, joissa käytettiin kuvien 15 ja 18 (ks. s. 24 ja 27) mukaisia valonlähteitä. Tilana käytettiin huonetta, jossa seinät ja ovet on vuorattu mustalla valoa absorboivalla pahvilla, jotta mittauksissa ei tulisi heijastumisen kautta virhettä. Valaisimesta mitattiin valonjakokäyrä sekä valoaukon pintaluminanssi. Mittauksilla haluttiin selvittää valaisimen valaistusominaisuuksia sekä valaisimen häikäisevyyttä. Tulokset mittauksista on kirjattu liitteen 4 mittauspöytäkirjaan.

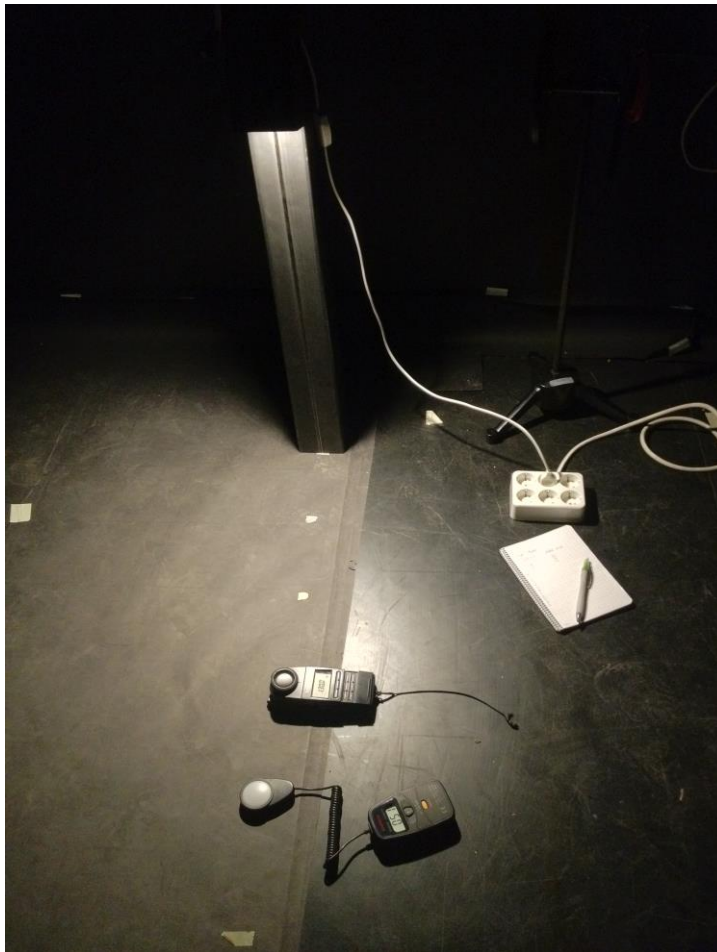
Mittaukset suoritettiin käyttämällä Konica Minolta t-10 ja Mastech Ms6610 luxmittareita. Valaisinten luminanssiarvot mitattiin Apple iPhone älypuhelimella.

Valaisimen molemmat rinnakkaiset prototyypit mitattiin. Näin saatiin selville, millainen vaikutus valonlähteellä on valaisimen valonjakoon. Valaisimien valoaluetta määritettiin 20 cm välein olevien mittapisteiden avulla. Kuvissa 22 ja 24 (ks. seur. s. ja s. 31) on esitetty piirroskuvilla, miten valaisimen valonjakokäyrä määritettiin siirtämällä valaistusvoimakkuusmittaria valaisimesta poispäin tasavälein olevien mittapisteiden mukaan. Tällä menetelmällä laboratoriossa on aikaisemminkin määritetty valaisinten valonjakokäyriä esimerkiksi laboratorioharjoituksissa. Siirtämällä mittapistettä lineaarisesti valaisimesta poispäin saadaan mittaustulokseksi valaisimen antaman valaistusvoimakkuuden suurus etäisyyden suhteen. Mittaustuloksista voidaan laskea valonjakokäyrää varten valaisimen ja mittapisteen välinen kulma, jolloin voidaan laskea valaisimen antama valovoima.



Kuva 22. Valaisimen valonjakokäyrän mittaaminen valaisimen etusuuntaan

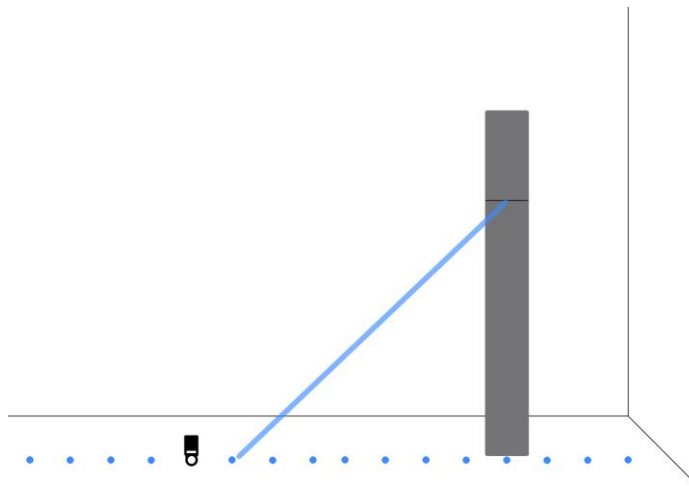
Kuvassa 23 kuvataan todellista mittaustilannetta Albertinkadun valolaboratoriossa, kun valaisimen valonjakoa mitattiin valaisimen edestä.



Kuva 23. Valaisimen valonjakokäyrän mittausjärjestelyt

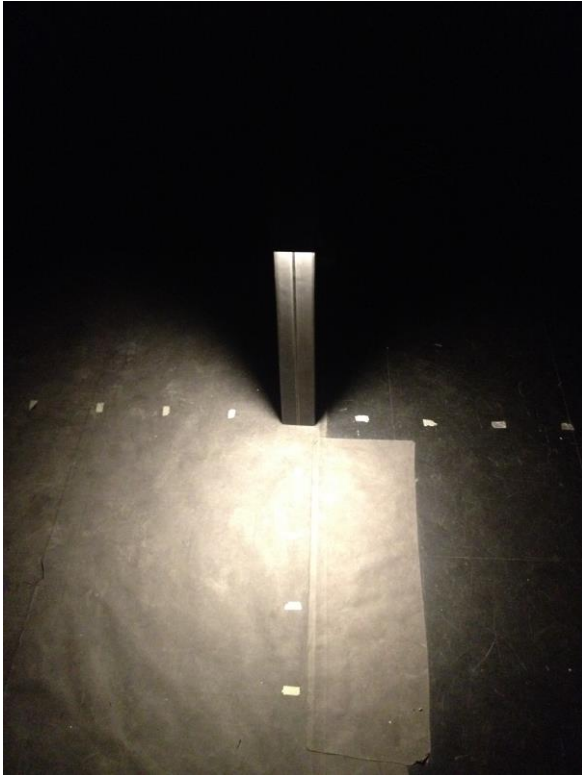
Kuvasta 23 voidaan nähdä, miten huoneen lattia on täysin musta, jottei siitä heijastuisi valoa. Kuvassa 23 etualalla oli Mastech-mittari ja lähempänä prototyypivalaisinta Konica Minolta -mittari.

Kuvassa 24 nähdään hahmotelma mittausjärjestelyistä sivusuunnassa, kun valaisimen valonjakamaa mitattiin valaisimen sivuille. Valaisimesta ei mitattu valonjakoa kuin toiselle sivulle, koska valaisin on täysin symmetrinen sivusuunnassa, joten tulokset voidaan peilata puolelta toiselle.

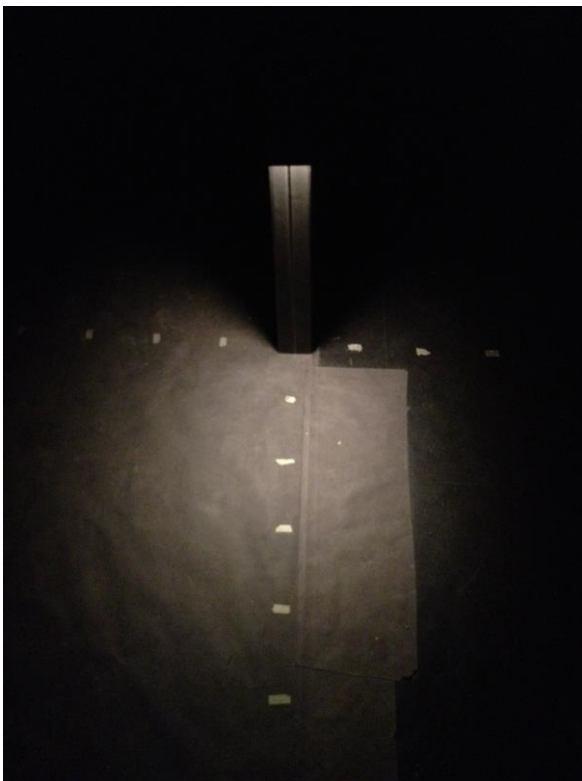


Kuva 24. Valaisimen valonjakokäyrän mittaaminen sivusuunnassa

Kuvissa 25 ja 26 (ks. seur. s.) on etuviistosta ylhäältäpäin kuvattu valaisimen valokuvio, kun käytössä on led-lamppu ja led-moduuli. Kuvissa 25 ja 26 tiukan varjon valaisimen selustapuolelle aiheuttaa kanttiputkesta tehty valaisimen jalka.

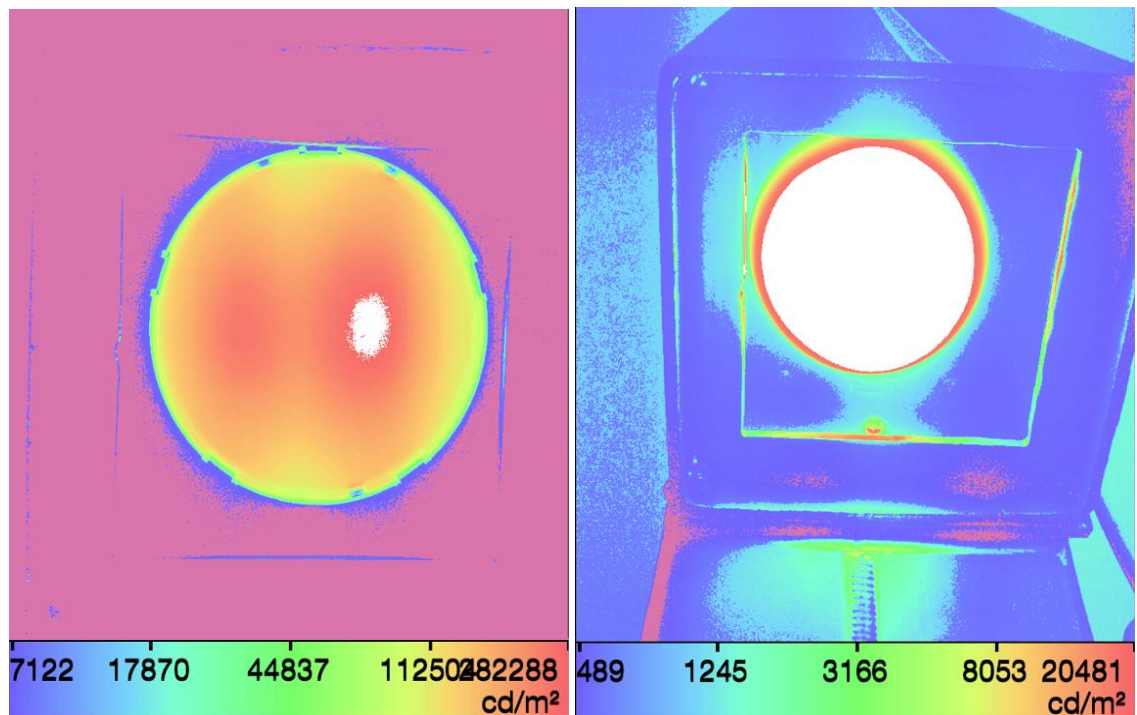


Kuva 25. Valaisimen valokuvio led-moduulia käytettäessä



Kuva 26. Valaisimen valokuvio led-lampulla

Valaisimen valoaukon luminanssimittauksissa käytettiin Apple tuotteille kehitettyä ap- plikaatiota nimeltä iPhotolux. IPhotolux kameraohjelma ottaa HDR-kuvan eli kuvaa koh- teen viidellä eri valotusajalla, jotka se yhdistää yhdeksi kuvaksi, jossa on laaja kontras- ti. Kontrasti on sitten värjätty liukuväriksi, jolloin kuvattujen pintojen eri luminanssitasot näkyvät eri värein kuvasta. Alla kuvassa 27 esitetään kummankin valaisinprototyypin valoaukon luminanssiarvoja.



Kuva 27. Pollarivalaisimen valoaukon luminanssi, vasemmalla led-moduuli malli, oikealla led-lamppumalli

7.2 Mittaus- ja testaustulosten analysointi

Mittaustuloksista piirrettiin valonjakokäyrät molemmille valaisin prototyypeille. Valaisi- men kiinnitykseen sekä muuhun mekaaniseen kestävyyteen keskityttiin laboratorioko- keissa valo-ominaisuuksien mittausten lisäksi.

7.2.1 Luminanssi

Kuvan 27 luminanssimittauksista pystyttiin hyvin havaitsemaan, että kameran valotus- skaala ei riittänyt koko valoaukon luminanssin yhtäaikaiseen määrittämiseen.

Ohjelma näyttää valkoisena kaikki ne kuvan mittauspisteet, joiden luminanssi on ollut enemmän kuin viiden kuvan HDR-kuvauksella on mahdollista saada samaan aikaan kuvattua. Mittauksilla saatiin selvitettyä, että valaisimen luminanssi on käytännössä täysin valonlähteen aiheuttama, eikä valoaukko aiheuta muuta häikäisyä lampun lisäksi. Valaisin ei ole häikäisevä, mikäli sen luminanssialue on välillä 100 - 5000 cd/m². Tätä suuremmilla luminanssitasoilla alkaa jo esiintyä häikäisyä, mistä syystä kontrastiherkkyys alkaa jälleen huonontua. (Ahponen 1996: 69.). Led-moduulilla varustetun prototyypin luminanssi on mittausten perusteella moninkertaisesti yli 5000 cd/m². Led-lampulla varustettu prototyyppi on myös voimakkaan häikäisevä, mutta silti valaisin ei ole käyttökohteessaan liian häikäisevä, sillä valoaukko on normaalioloissa täysin pois- sa käyttäjän näkökentästä. Kunhan valaisin asennetaan suoraan ja tarpeeksi matalalle, ei siitä tule kiusahäikäisyä.

7.2.2 Valonjako

Liitteen 4 mittaustuloksista voidaan laskea tarvittavat suureet valonjakokäyrän piirtämistä varten. Kaavan 1 avulla tietämällä valaistusvoimakkuus, mittauspisteen etäisyys valonlähteestä ja kulma, mistä valo mittauspisteeseen tulee, voidaan laskea valaisimen valovoima, kuten alla on esitetty.

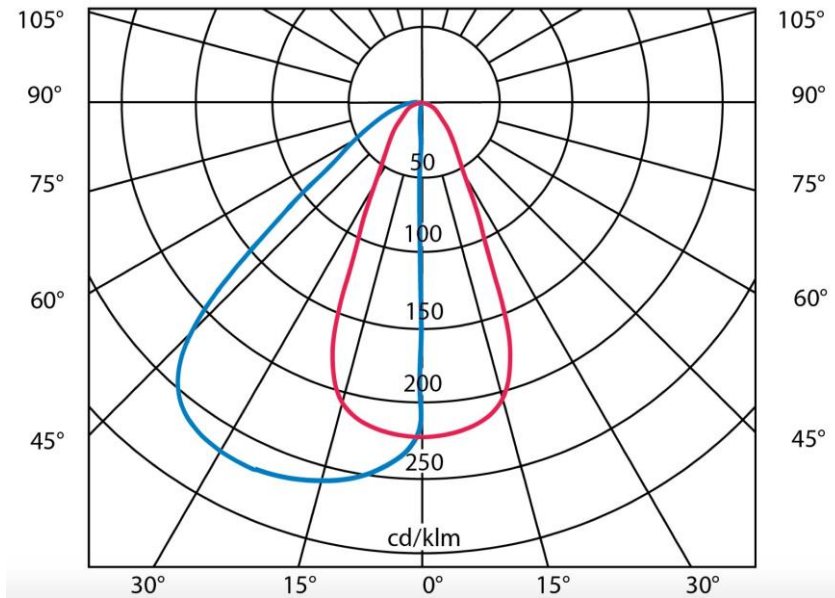
$$I = \frac{Er^2}{\cos(\vartheta)} \quad (1)$$

Kaavassa (1) E on mitattu valaistusvoimakkuus, alpha on valonlähteen ja mittapisteen välinen kulma ja r kuvaa mittapisteen ja valonlähteen välistä etäisyyttä. Lisäksi valonjakokäyrää varten tarvitaan valovoiman suhteellisuusarvo i, joka lasketaan kaavan (2) avulla.

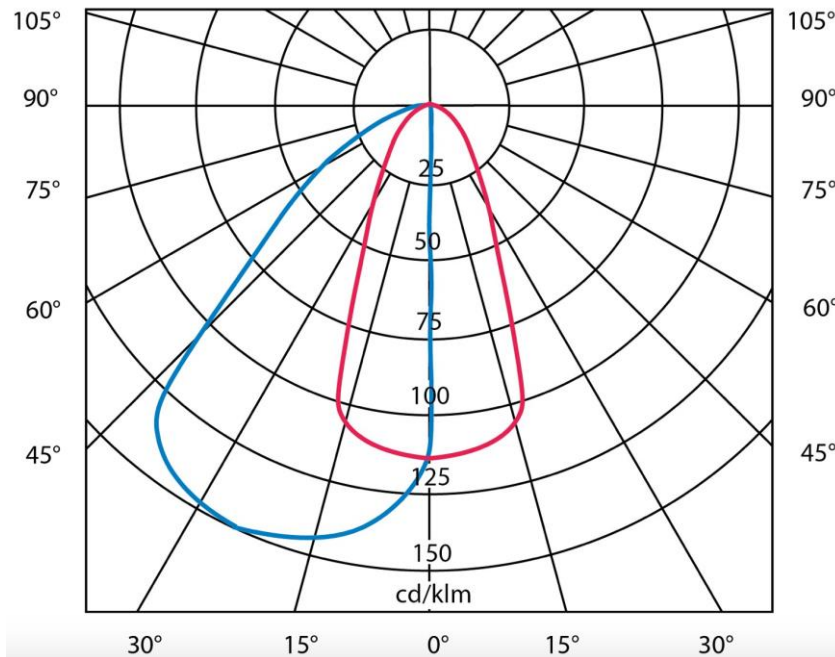
$$i = \frac{I}{F} \quad (2)$$

Kaavassa (2) I tarkoittaa valovoimaa ja F valonlähteen tuottamaa valovirtaa.

Kuvissa 28 ja 29 esitetään valaisimen kummankin rinnakkaisen prototyypin valonjakokäyrät sivusuuntaan ja eteenpäin mitattuna. Kuvissa sinisellä värillä merkitään valaisimen eteenpäin antamaa valonjakokäyrää ja punaisella värillä merkitään sivusuuntaan lähtevää valoa.



Kuva 28. Pollarivalaisimen led-moduulilla olevan prototyypin valonjakokäyrä sivusuuntaan ja eteenpäin mitattuna

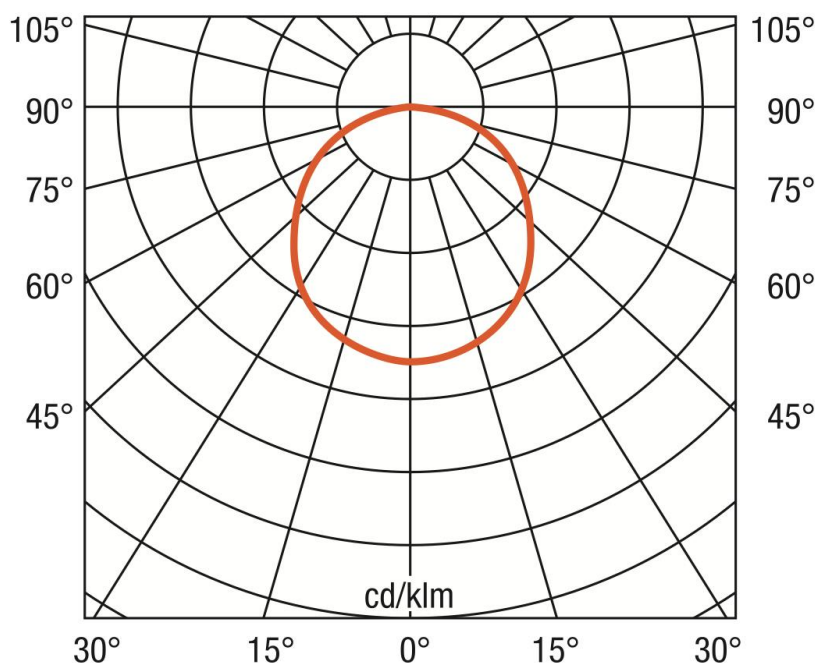


Kuva 29. Pollarivalaisimen led-lampulla olevan prototyypin valonjakokäyrä sivusuuntaan ja eteenpäin mitattuna

Mittaukset suoritettiin kahdesti, koska valaisimen valonjakokäyrä haluttiin määrittää sekä sivusuuntaan että eteenpäin valonlähteestä. Lisäksi mittauksessa verrattiin kahta rinnakkaista prototyyppiä, jolloin mitausten määrä oli vielä suurempi.

Liitteen 4 mitaustuloksista nähdään helposti, että Mastech-mittari näytti jokaisessa mittauspisteessä vähintään 28% pienempää valaistusvoimakkuutta kuin Konica Minolta -mittari. Tästä syystä valaisimen valonjakokäyrät piirrettiin käyttäen Konica Minolta t-10 -mittarin tuloksia. Mittauksissa havaittiin, ettei valaistusmittauksia yli 90 °:teen ollut syytä mitata, sillä siitä eteenpäin mitattiin enää ainoastaan mittaussjärjestelyiden virhettä.

Verrattaessa kuvien 28 ja 29 valonjakokäyriä havaitaan, että prototyypeissa on suuret erot valaistuksessa. Kummankin valaisimen valonjakokäyrä on muodoltaan melkein samanlainen, mutta led-moduuli antaa noin 66 % enemmän valoa, verrattaessa sitä led-lampulla toteutettuun prototyyppiin. Tämä johtuu siitä, että Led-moduulista kaikki valo suuntautuu alaspäin, mutta Led-lamppu antaa valoa, myös ylöspäin. Tämä tarkoittaa sitä, että led-lampusta valoa menee valaisimen sisälle hukkaan. Kuva 30 esittää prototyyppivalaisimessa käytetyn led-moduulin valonjakokäyrää silloin, kun moduulia ei ole sijoitettu valaisimeen. Kuten kuvasta nähdään, led-moduulin valonjako on pelkästään 90 °:teen kulmasta alaspäin, ja alue on liki ympyrämäinen. Prototyyppivalaisimien valonjakokäyriä alueet eivät ole pyöreät, vaan kummallakin valonlähteellä valaisimen kupu leikkaa alueen yläosasta (=läheltä valonlähdetä) pois ison osan ja estää näin häikäisyä.



Kuva 30. Osram PrevaLED Cuben (led-moduuli) valonjakokäyrä on lambertin lain mukainen

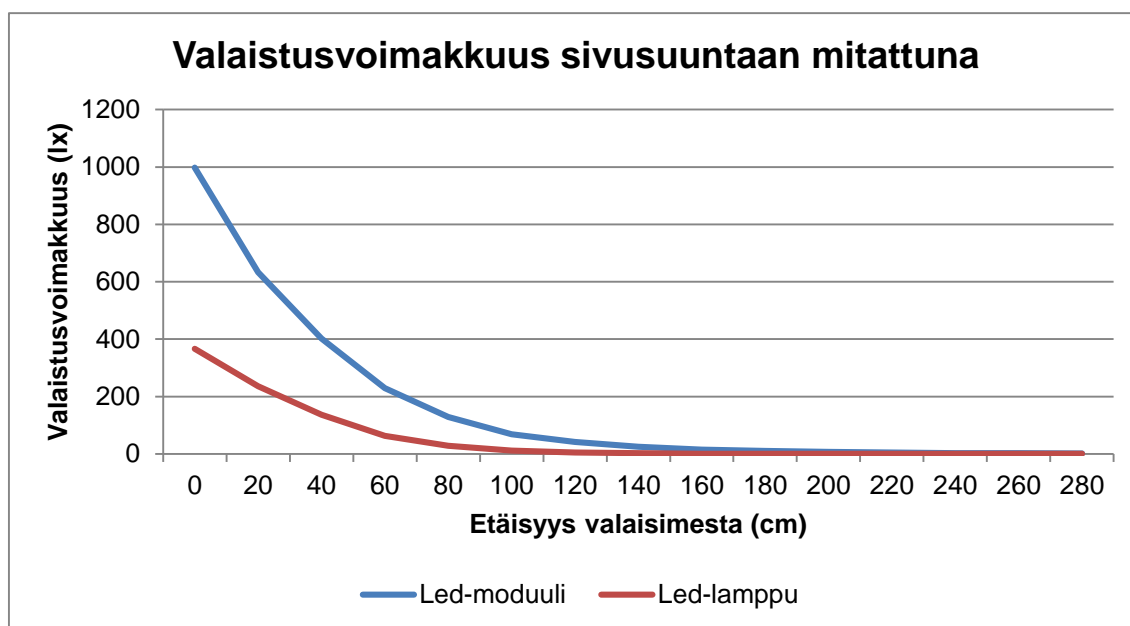
Taulukoissa 2 - 3 esitetään led-moduulin ja led-lampun valaistusvoimakkuudet Konica Minolta -mittarilla mitattuna sekä sivusuuntaan että eteenpäin.

Vastaavat kuvaajat esitetään kuvissa 31 - 32. Mittaukset tehtiin myös Mastech-mitarilla, mutta mittaustulokset olivat sillä mitattuna epätarkemmat eikä niitä siksi esitetä.

Taulukko 2.

Valaistusvoimakkuus sivusuuntaan mitattuna

Mittapisteen etäisyys valaisimesta (cm)	Valaistusvoimakkuus (lx) Led-moduuli	Valaistusvoimakkuus (lx) Led-lamppu
0	998,0	366,0
20	633,0	235,5
40	402,0	136,5
60	228,6	62,8
80	129,0	28,8
100	69,0	11,8
120	41,7	5,4
140	24,6	2,1
160	14,9	0,8
180	10,1	0,4
200	7,0	0,3
220	4,7	0,2
240	2,8	0,1
260	2,2	0,1
280	1,7	0,1

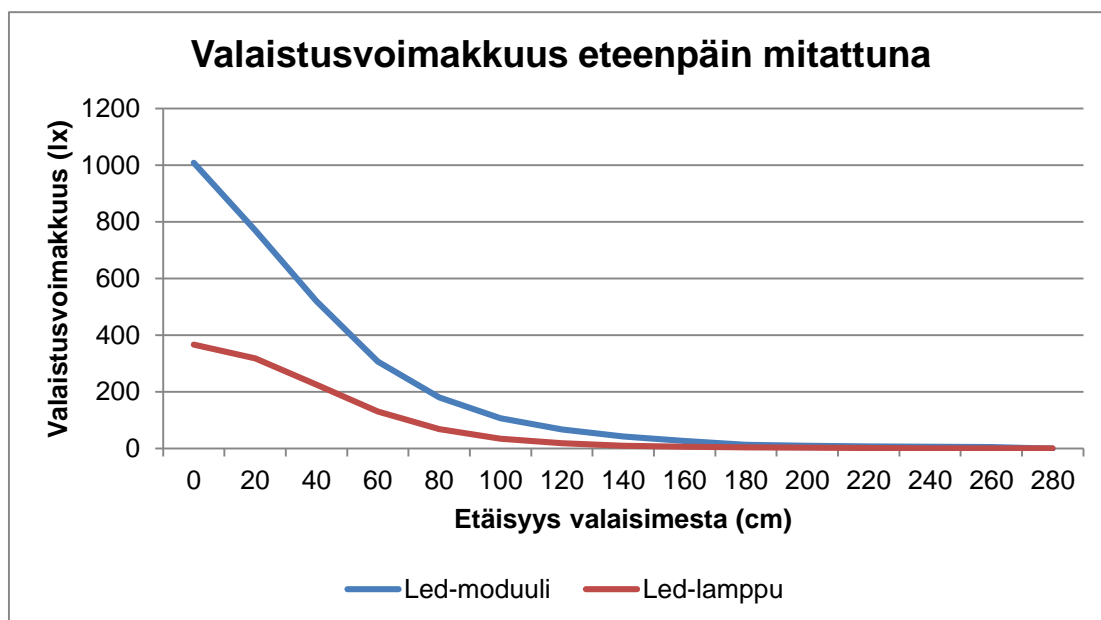


Kuva 31. Valaistusvoimakkuus sivusuuntaan mitattuna

Kuvaajasta nähdään, että led-moduulin valaistusvoimakkuus on valolähteen välittömässä läheisyydessä yli kaksinkertainen led-lamppuun verrattuna, mutta ero pienenee etäisyyden kasvaessa.

Taulukko 3. Valaistusvoimakkuus eteenpäin mitattuna

Mittapisteen etäisyys valaisimesta (cm)	Valaistusvoimakkuus (lx) Led-moduuli	Valaistusvoimakkuus (lx) Led-lamppu
0	1009,0	367,0
20	770,0	318,0
40	520,0	225,8
60	307,0	130,0
80	180,3	68,8
100	106,3	34,4
120	66,9	18,3
140	42,0	10,2
160	26,3	5,7
180	13,5	3,5
200	9,6	2,3
220	6,9	1,5
240	6,0	1,0
260	4,8	0,7
280	3,2	0,5



Kuva 32. Valaistusvoimakkuus siirryttäessä valaisimesta poispäin etusuunnassa, kun valonlähteenä on led-lamppu

Kuvien 31 ja 32 kuvaajista nähdään, että valaistusvoimakkuus laskee ensimmäisen metrin matkalla nopeasti siirryttäessä valaisimesta pois päin. Lisäksi havaitaan, että led-lampun valaistusvoimakkuus on huomattavasti pienempi kuin led-moduulin, mutta se pienenee led-moduulia hitaammin.

Kuvaajista nähdään myös, että valaisin antaa eteenpäin enemmän valoa verrattuna valaisimen sivulle antamaan valaistusvoimakkuuteen. Tämä johtuu siitä, että kuten liitteen 1 piirustuksista nähdään on valaisimen valoaukkoa kallistettu runkolinjasta 15°:tta sivulle joka johtaa siihen, että valoa tulee eteenpäin enemmän kuin sivuille.

8 Yhteenveto

Lähtökohtana oli suunnitella uusi innovatiivisempi ulkovalaisintuoteperhe, jossa olisi uusia tarpeellisia ja kiehtovia ominaisuuksia, joita vanhemmissa tuotteissa ei ollut. Pollarivalaisimen prototyyppi on kyseisen tuoteperheen ensimmäinen tuote. Sillä testattiin, miltä teollisen muotoilijan piirtämä muoto näyttäisi oikeassa mittakaavassa.

Lisäksi valaisimen prototyypin avulla saatiin käsitystä, siitä millaisilla valonlähteillä valaisinta kannattaa lähteä tuottamaan ottaen huomioon sekä yksityis- että yritysasiakkaat. Ensimmäisen prototyypin avulla voidaan olla varmoja siitä, että valaisin tällaiseen sopii hyvin pihapiirivalaistukseen ja tarjoaa jokaiselle käyttäjälle, juuri sellaisen valonsävyyn ja toiminnan, kun asiakas haluaa.

Markkina-alueena ulkovalaisimet ovat nyt murroksen keskellä, sillä led-valo on tulossa niihin kiinteänä osana kiivaammin kuin koskaan. Ledien käyttäminen ulkovalaisimissa onkin erittäin suositeltavaa pitkien käyttöaikojen takia. Led-lamppu myös syttyy nopeasti ja on todella energiatehokas. (Luukkonen 2013). Loistelampputekniikkaan perustuvat lamput menettävät valotehokkuuttaan matalissa lämpötiloissa nopeasti, ja myös tästä syystä led-lamppu on parempi vaihtoehto ulkovalaistukseen, Lisäksi ulkovalaisimissa tulee vakavasti ottaa huomioon huollon tarve. Huoltotoimintaa on vaikea toteuttaa tietyissä erikoiskohteissa helposti tai kustannustehokkaasti. Lisäksi keliolosuhteet saattavat tehdä huollosta lähes täysin mahdotonta. Iss Oy:n teknisten palveluiden ulkovalaistusohjaustekniikan asiantuntijan mukaan ulkovalaisimia käytetään normaalisti noin 4000 tuntia vuodessa. Juuri tämän takia ledeillä saadaan suuria säästöjä verrattuna huonomman energialuokan valonlähteisiin.

Ensimmäisen prototyypin avulla päästiin näkemään led-valon antamat mahdollisuudet, jotka puoltavat vahvasti led-valon valintaa lopullisen tuotteen valonlähteeksi. Kuvan 33 taulukosta nähdään, miten valonlähteiden erot vaikuttavat valaistuksen kokonaiskustannuksiin.

Hehku-, halogeeni-, energiansäästö- ja LED-lamppujen käyttökustannusten vertailu				
	Hehkulamppu	Halogeenilamppu	Energiansäästölamppu	LED-lamppu
Valovirta (lm)	660	700	740	810
Teho (W)	60	46	14	12
Energiatehokkuus (lm/W)	11	15	52	67
Energiatehokkuusluokka	E	C	A	A+
Polttoikä tunteina (h)	1 000	2 000	10 000	30 000
Hankintahinta (€) 10 vuodessa [1]	10	20	9	10
Energian hinta (€) 10 vuodessa [1]	72	55	17	14
Kokonaiskustannukset(€) 10 vuodessa [1]	82	75	26	24

[1] Polttoikä noin 1000 h/vuodessa

Kuva 33. Valonlähdevertailu, jossa tärkeimpänä arvioitavana suureena ovat kustannukset (premiumlight.eu)

Kuvasta 33 nähdään, että led-lamppu on kokonaiskustannuksiltaan halvin jo nyt. Tulevaisuudessa led-lamppu kuroo vieläkin suurempaa kaulaa energiansäästölamppuun verrattuna. Led-lampun valovirran suhde sen kuluttamaan tehoon on kasvanut viimeiset viisi vuotta yli 10 %:n vuosivauhdilla. Tämä tarkoittaa sitä, että led-lamppu on nyt ja tulevaisuudessa ehdottomasti paras valinta ulkovalaisimeen, jossa halutaan valaisimen olevan huoltovapaa.

Ensimmäisestä prototyypistä saatiin käsitys valaisimen häikäisevyydestä ja siitä, millainen sen antama valonjakokäyrä on. Näiden mitattujen suureiden avulla voidaan valaisimelle suunnitella asennusohjeet, sekä sähkösuunnittelijoille sähköinen malli suunnitteluohjelmia varten.

Myös pollarivalaisimen rakenteeseen liittyviä parannustarpeita prototyypistä paljastui. Kuvassa 12 (ks. s. 12) näkyvien kannen kiinnitysruuvien paikka todettiin vääräksi.

Myös aikaisemmissa tuotteissa, joissa on käytetty samaa kiinnitysmenetelmää, on ollut sään kanssa ongelmia. Ruuvien ollessa pystysuunnassa on veden sisäänpääsy huomattavasti helpompaa, kuin ruuvien ollessa horisontaaliksi. Vaikka ruuveissa käytettäisiin senkattuja kantoja ja kumitiivisteitä pääsee, vesi silti valaisimen sisään.

Tuotantomallissa käytetään kiinnitystapaa, jossa ruuvit ovat vaakasuunnassa ja senkattuina valaisimen kylkeä vasten. Kuvassa 34 esitetään Innolux Knaapi-valaisimen jalka, jossa vastaava muutos on tehty.



Kuva 34. Knaapi-valaisimen jalka, jossa ruuvit vaakasuunnassa

Seuraavissa prototyypeissä keskitytään sähkötekniikassa pistorasian integroimiseen valaisimen runkoon.

Prototyypin toisessa versiossa selvitetään myös seuraavia teknisiä ongelmia, jotka eivät ole sähköteknisiä

- Vesihanan suunnittelu ja toteutus
- Kesävesiliittimien kartoitus
- Rungon väri
- Valaisimen korkeus
- Valaisimen kiinnitys maahan.

Kuvassa 10 (ks. s. 16) esitettiin miten, tuotekehitys vaatii iterointia ja juuri tästä syystä prototyypin toiselle versiolle on tarvetta. Sen avulla tuotetta hienosäädetään, jotta markkinoille tullessaan siinä ei enää olisi niin kutsuttuja lastentauteja.

Prototyypin toisessa versiossa tehdään niin viimeistely, että sitä voidaan näyttää jälleenmyyjien sisäänostajille ja samalla saada vielä viimehetken muutosehdotuksia. Näin tuotteesta tulee takuuvarmasti myyntimenestyjä.

Kun pollarimallisen ulkovalaisimen tuotekehitys on saatu päätökseen, aloitetaan muiden mallien kehitys, jotta koko tuoteperhe saadaan kerralla markkinoille. Kuvassa 35 esitetään, miltä pihapiirin polku voisi päiväsaikaan näyttää käyttämällä Kantti-valaisintuoteperheen pollarivalaisimia.



Kuva 35. Kuva tulevaisuuden pihasta, jossa älykkäästi ohjatut pihapiirivalaisimet

Lähteet

Ahponen, Veikko. 1996. Valaistuksen laskenta, mittaukset ja huolto. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.

Asennusvoimakaapeli. Draka MCMK 2x1,5+1,5 s pienkela. Verkkodokumentti. Jobkauppa.
<<http://www.jobkauppa.fi/fi/KAAPELIT/Maakaapelit/7/ASENNUSVOIMAKAAP.+DRAKA+MCMK+2X1%2C5%2B1%2C5+S+PIENKELA+200m/141>>. Luettu 22.11.2014

Asennusvoimakaapeli - MCMK 4X4/4 RE 1kV K500 – Prysmian. Verkkodokumentti. Sähkönumerot.fi. <<https://www.sahkonumerot.fi/0604436/>>. Luettu 13.11.2014

Conrad. Verkkodokumentti. <<http://www.conrad.com/ce/en/product/1229629/OSRAM-Lightify-LED-lamp-Classic-A60-RGBW-E27-10-W-RGB-Warm-white-Cold-white>>. Luettu 26.11.2014

Heinola, Maria. 2013. Onnistuneen ulkovalaistuksen salaisuus on hyvä suunnittelu. Sähköala Koti, s. 62 - 64.
<http://www.sahkoala.fi/stc/html/sahkoala_koti_2013/#/64/>. Luettu 15.3.2015

Jokinen, Tapani. 1987. Tuotekehitys. Helsinki. Otatieto Oy

Kallasjoki, Tapio. 2014. Pimeässä illassa valaistus pääsee näyttämään kykynsä hyvässä ja pahassa. Kodin Valo 2014, s. 2.
<<http://www.prointerior.fi/catalogue/mediapartner.php?magazineID=59>>. Luettu 15.3.2015

Kauppinen, Marjut. Mistä on hyvä pihavalistus tehty? Asuntotieto.com.
<http://www.asuntotieto.com/70000i_Puutarhatieto/pihaval.html>. Luettu 15.3.2015

Laatikainen, Satu. Kodin ja pihan ulkovalaistus Yhteishyva.fi
<<http://www.yhteishyva.fi/koti-ja-puutarha/puutarha-ja-kasvit/kodin-ja-pihan-ulkovalaistus/0218010-64055>>. Luettu 3.10.2014

Lampputyypin vertailu. Verkkodokumentti . Premiumlight.
<<http://www.premiumlight.eu/index.php?page=guide-common-lamp-types-7>>. Luettu 13.2.2015

Lindroos, Laura. 2008. Ulkovalaistuksen suunnitteluperiaatteet. Opinnäytetyö Lahden ammattikorkeakoulu.

Luukkonen, Konsta. 2013. Ulkovalaistuksen kehittäminen Keski-Suomen keskussairaalan alueella. Opinnäytetyö Centria Ammattikorkeakoulu.

Mr. Resistor. Verkkodokumentti. <<http://www.mr-resistor.co.uk/item.aspx?i=10278>>. Luettu 26.11.2014

Opas omakotitalon ja vapaa-ajan asunnon sähköistykseen. Verkkodokumentti. Fortum. <http://www.fortum.com/countries/fi/SiteCollectionDocuments/Sahkon-siirto-ja-liittymat/Rakentajan_Sahkomuistio_FI_05_2014.pdf>. Luettu 20.2.2015

SFS 6000-8-804 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-804: Kuivat, kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat

SFS-EN 12464-2. Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places

SFS-EN 13698-1 Kuormalavat. Osa 1: 800 mm x 1200 mm puisen kuormalavan rakenne

SFS-EN 13698-2 Kuormalavat. Osa 2: 1000 mm x 1200 mm puisen kuormalavan rakenne

SFS-EN 60598-1. Valaisimet. Osa 1: Yleiset vaatimukset ja testit

SFS 6000-8-804. Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-804: Täydentävät vaatimukset. Kuivat, kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat

Särkkä, Meeri. 2013. Valaisimen suunnittelu Innojok Oy:lle. Opinnäytetyö Turun ammattikorkeakoulu

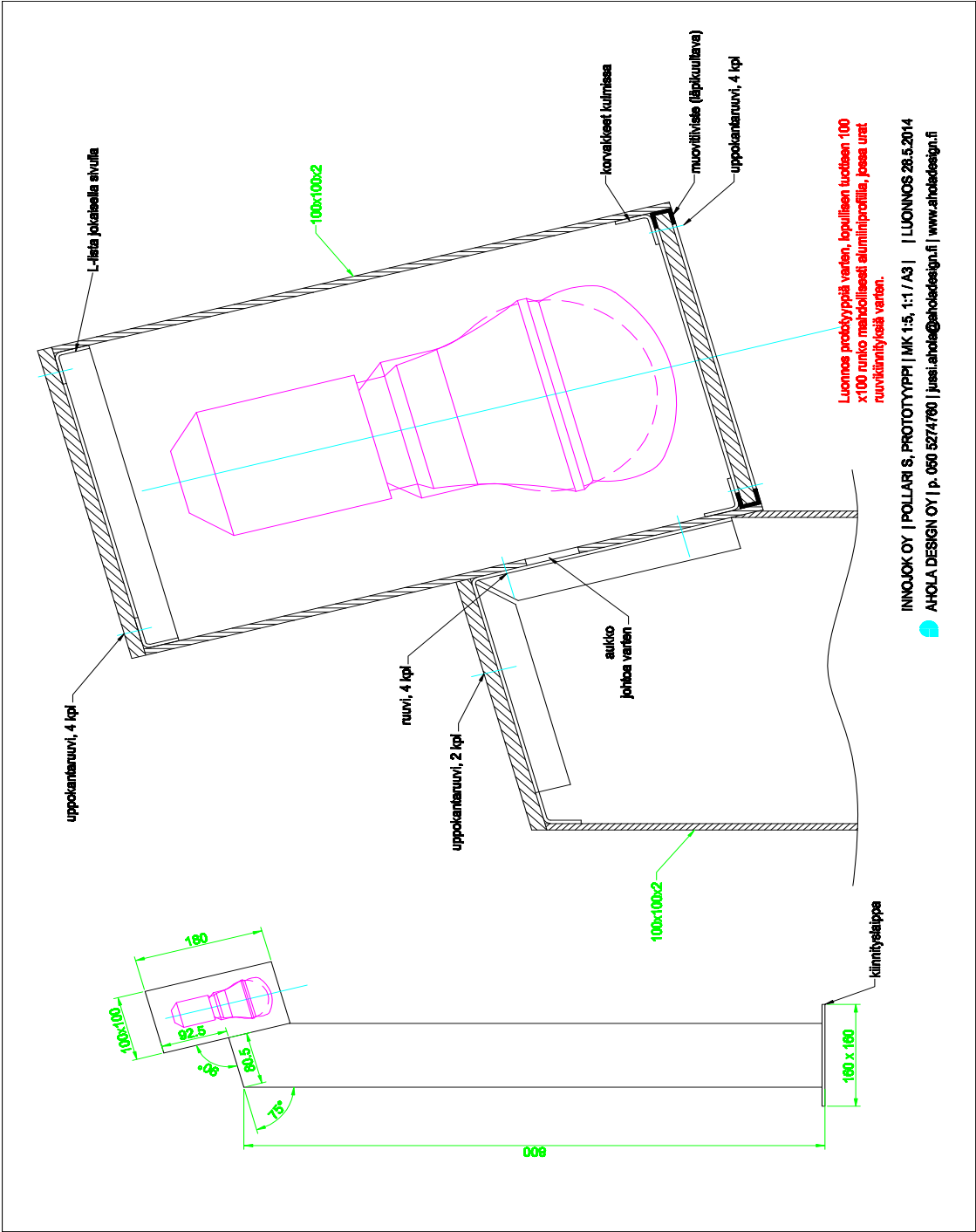
Sähkölaitteiden käyttö ulkona. Verkkodokumentti. Tukes. <http://www.tukes.fi/kodinsahkoturvallisuus/2_1>.html. Tukes b Luettu 19.3.2015

Uudesta energiamerkistä apua valaisimen valintaan. Verkkodokumentti. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/Uudesta-energiamerkista-apua-valaisimen-valintaan/>>. Tukes a Luettu 13.2.2015

Välimaa, Veikko. 1994. Tuotekehitys: Asiakastarpeesta tuotteeksi. Helsinki: Painatuskeskus.

Zigbee Products. Verkkodokumentti. Zigbee alliance. <<http://www.zigbee.org/zigbee-products-2/>>. Luettu 22.11.2014

Prototyypin piirustukset



PrevaLED AC cube moduulin tuotesivu

www.osram.com/LED-systems

PrevaLED® Cube – PL-CUBE-AC-xxxx-8y0-230V-G2

xxxx = 2000lm, 3000lm; y = 3 for 3000K, 4 for 4000K

Technical information



(picture for reference only)

Benefits

- Power on-board through integrated driver electronics
- Low height of the Optical Contact Area (OCA) of 18.6mm for compact luminaire designs
- Near Lambertian light distribution at 110° for best quality of light in diffuser as well as reflector based applications
- Robust design for easy thermal management and long lifetime
- Industry standard LES for use with reflector accessories
- Safety through thermal shutdown

Applications

For general illumination in:

- Hospitality: Hotels, Restaurants
- Public, Commercial & Office buildings
- Corridors
- Shops
- Secondary rooms: garages, storage, ...

Technical operating data

Product	Color	typ. Power [W]	rated Voltage [Vac]	Color Temp. [K]	nom. lum. flux [lm]	Beam angle [°]
PL-CUBE-AC-2000-830-230V-G2	Warm white	27.8	230	3000	2000	110
PL-CUBE-AC-2000-840-230V-G2	Cool white	25.3	230	4000	2000	110
PL-CUBE-AC-3000-830-230V-G2	Warm white	42.7	230	3000	3000	110
PL-CUBE-AC-3000-840-230V-G2	Cool white	38.4	230	4000	3000	110

Product	min. lum flux [lm]	max. lum flux [lm]	min. Power [W]	max Power [W]	t _p [°C] ¹	t _c [°C]
PL-CUBE-AC-2000-830-230V-G2	1800	2400	25	31	70	90
PL-CUBE-AC-2000-840-230V-G2	1800	2400	23	28	70	90
PL-CUBE-AC-3000-830-230V-G2	2700	3600	38	47	70	90
PL-CUBE-AC-3000-840-230V-G2	2700	3600	35	42	70	90


Technical features

- Nominal luminous flux: typ. 2000lm and 3000lm
- Light colors:
 - Warm white (3000K)
 - Cool white (4000K)

¹ t_p refers to the temperature at the t_c-point related to the performance of the LED light engine (see IEC/PAS 62717).

Note: Due to the special conditions of manufacturing processes of LED, the typical data of technical parameters can only reflect statistical figures and do not necessarily correspond to the actual parameters of each single product which could differ from the typical data.

Lightify led -lampun tuotesivu

RGBW


LIGHTIFY CLASSIC A 60 RGBW

Tuotteen tekniset tiedot

Lisää muistikirjaan

Product bundles

Tekniset tiedot

Sähkötekniset tiedot

Nimellinen valovirta	810 lm
Rakenteellinen teho	10.00 W
Nimellisteho	10.0 W
Nimellisjännite	240 V
Toimintataajuus	50...60 Hz
Tehokerroin λ	0.55
vastaavan hehkulampun teho	60 W

Valonjakotiedot

Värilämpötila	2000 K
Nimellinen valovirta	810 lm
Värilämpötilan säätöalue	2000...6500 K
Värintoistoindeksi Ra	>85

Valaistustekniset tiedot

Lämpenemisaika (60 %)	< 2.00 s
Käynnistysaika	< 0.5 s
Valon värin hallinta	Adjustable color temperature / RGB color control

Mittaustulokset**Valaistusvoimakkuus mittaukset**

Taulukko 1.

Led-moduulin valaistusvoimakkuus valaisimen sivusuuntaan

Kulma (°)	Valaistusvoimak- kuus (lx) Konica Minolta	Valaistusvoimak- kuus (lx) Mastech	etäisyys valai- simesta (cm)	Valaistus- voimakkuus mittausten ero
0,0	998,0	715,0	0,0	39,58 %
15,5	633,0	447,0	20,0	41,61 %
29,1	402,0	292,0	40,0	37,67 %
39,8	228,6	156,0	60,0	46,54 %
48,0	129,0	86,0	80,0	50,00 %
54,2	69,0	49,0	100,0	40,82 %
59,0	41,7	25,0	120,0	66,80 %
62,8	24,6	12,0	140,0	105,08 %
65,8	14,9	7,0	160,0	113,14 %
68,2	10,1	4,0	180,0	152,50 %
70,2	7,0	1,0	200,0	601,00 %
71,9	4,7	0,0	220,0	-
73,3	2,8	0,0	240,0	-
74,5	2,2	0,0	260,0	-
75,6	1,7	0,0	280,0	-

Taulukko 2.

Led-lampun valaistusvoimakkuus valaisimen sivusuuntaan

Kulma (°)	Valaistusvoimakkuus (lx) Konica Minolta	Valaistusvoimakkuus (lx) Mastech	etäisyys valaisimesta (cm)	Valaistusvoimakkuus mittausten ero
0	366	252	0,0	45,24 %
15,5	235,5	164	20,0	43,60 %
29,1	136,5	94	40,0	45,21 %
39,8	62,8	41	60,0	53,17 %
48,0	28,8	17	80,0	69,41 %
54,2	11,75	6	100,0	95,83 %
59,0	5,36	2	120,0	168,00 %
62,8	2,1	1	140,0	110,00 %
65,8	0,81	2	160,0	-59,50 %
68,2	0,37	1	180,0	-63,00 %
70,2	0,25	1	200,0	-75,00 %
71,9	0,16	1	220,0	-84,00 %
73,3	0,11	0	240,0	-
74,5	0,1	0	260,0	-
75,6	0,07	0	280,0	-

Taulukko 3.

Led-moduulin valaistusvoimakkuus valaisimesta eteenpäin

Kulma (°)	Valaistusvoimakkuus (lx) Konica Minolta	Valaistusvoimakkuus (lx) Mastech	etäisyys valaisimesta (cm)	Valaistusvoimakkuus mittausten ero
0	1009	725	0,0	39,17 %
15,5	770	572	20,0	34,62 %
29,1	520	390	40,0	33,33 %
39,8	307	238	60,0	28,99 %
48,0	180,3	140	80,0	28,79 %
54,2	106,3	83	100,0	28,07 %
59,0	66,9	50	120,0	33,80 %
62,8	42	29	140,0	44,83 %
65,8	26,3	16	160,0	64,38 %
68,2	13,53	9	180,0	50,33 %
70,2	9,61	6	200,0	60,17 %
71,9	6,91	4	220,0	72,75 %
73,3	5,97	2	240,0	198,50 %
74,5	4,78	0	260,0	-

Taulukko 4. Led-lampun valaistusvoimakkuus valaisimesta eteenpäin

Kulma (°)	Valaistusvoimakkuus (lx) Konica Minolta	Valaistusvoimakkuus (lx) Mastech	etäisyys valaisimesta (cm)	Valaistusvoimakkuusmittausten ero
0	367	260	0,0	41,15 %
15,5	318	221	20,0	43,89 %
29,1	225,8	170	40,0	32,82 %
39,8	130	98	60,0	32,65 %
48,0	68,8	51	80,0	34,90 %
54,2	34,4	27	100,0	27,41 %
59,0	18,3	12	120,0	52,50 %
62,8	10,17	5	140,0	103,40 %
65,8	5,73	1	160,0	473,00 %
68,2	3,47	0	180,0	-
70,2	2,24	0	200,0	-
71,9	1,45	0	220,0	-
73,3	1,01	0	240,0	-
74,5	0,77	0	260,0	-
75,6	0,5	0	280,0	-

Valovoiman laskennalliset tulokset

Taulukko 5. Led-moduulin valovoima valaisimesta eteenpäin

Valovoima (cd)	valovirta (lm)	suhteellinen valovoima (cd/klm)
27742,72	1100	252,21
12124,07	1100	110,22
6775,16	1100	61,59
4351,32	1100	39,56
2977,81	1100	27,07
2220,54	1100	20,19
1657,54	1100	15,07
1230,37	1100	11,19
745,65	1100	6,78
618,57	1100	5,62
514,96	1100	4,68
511,36	1100	4,65
467	1100	4,25

Taulukko 6.

Led-lampun valovoima valaisimesta eteenpäin

Valovoima (cd)	valovirta (lm)	suhteellinen valovoima (cd/klm)
11457,38	810,0	141,45
5264,64	810,0	65
2868,96	810,0	35,42
1660,4	810,0	20,5
963,66	810,0	11,9
607,41	810,0	7,5
401,36	810,0	4,96
268,06	810,0	3,31
191,23	810,0	2,36
144,18	810,0	1,78
108,06	810,0	1,33
86,511	810,0	1,07
75,23	810,0	0,93
55,28	810,0	0,68

Taulukko 7.

Led-moduulin valovoima valaisimen sivulle

Valovoima (cd)	valovirta (lm)	Sivusuuntaan (cd/klm)
22806,68	1100	207,33
9372,84	1100	85,21
5044,96	1100	45,86
3113,26	1100	28,3
1932,91	1100	17,57
1384,1	1100	12,58
971,24	1100	8,83
697,99	1100	6,35
556,62	1100	5,06
451,22	1100	4,1
349,52	1100	3,18
239,83	1100	2,18
210,06	1100	1,91

Taulukko 8.

Led-lampun valovoima valaisimen sivulle

Valovoima (cd)	valovirta (lm)	suhteellinen valovoima (cd/klm)
84849,5	810,0	104,8
31825,7	810,0	39,3
13859,2	810,0	17,1
6960,5	810,0	8,6
3291,6	810,0	4,1
1779,1	810,0	2,2
828,8	810,0	1
378,9	810,0	0,46
203,9	810,0	0,25
160,9	810,0	0,2
119,2	810,0	0,15
94,2	810,0	0,2
97,7	810,0	0,12
77,4	810,0	0,1

Suhteellinen valovoima laskennat

Taulukko 9.

Led-lampun suhteelliset valovoimat

Kulma (°)	Sivusuuntaan (cd/klm)	eteenpäin (cd/klm)
0	-	-
15,5	104,75	141,45
29,1	39,29	65
39,8	17,11	35,42
48	8,58	20,5
54,2	4,06	11,9
59	2,21	7,5
62,8	1,02	4,96
65,8	0,47	3,31
68,2	0,25	2,36
70,2	0,02	1,78
71,9	0,15	1,33
73,3	0,12	1,07
74,5	0,12	0,93

Taulukko 10.

Led-moduulin suhteelliset valovoimat

Kulma (°)	Sivusuuntaan (cd/klm)	eteenpäin (cd/klm)
0	-	-
15,5	207,33	252,21
29,1	85,21	110,22
39,8	45,86	61,59
48	28,3	39,56
54,2	17,57	27,07
59	12,58	20,19
62,8	8,83	15,07
65,8	6,35	11,19
68,2	5,06	6,78
70,2	4,1	5,62
71,9	3,18	4,68
73,3	2,18	4,65
74,5	1,91	4,25